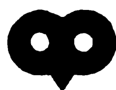
FILOZOFIJA NAUKE

PRIREDIO NEVEN SESARDIĆ



NOLIT

FILOZOFSKA BIBLIOTEKA



FILOZOFIJA NAUKE

PRIREDIO

NEVEN SESARDIĆ

NOLIT • BEOGRAD

SADRŽAJ

I KORIJENI SUVREMENE FILOZOFIJE NAUKE

II NAUKA I FILOZOFIJA

III ORTODOKSNO TUMAČENJE NAUČNIH TEORIJA

IV SPOR OKO NAUČNE METODE

FILOZOFIJA NAUKE

I
KORIJENI SUVREMENE FILOZOFIJE NAUKE

Hermann von Helmholtz:

O PORIJEKLU I ZNAČENJU GEOMETRIJSKIH AKSIOMA

Činjenica da neka znanost može postojati na takav način i biti tako ustrojena kao što je to slučaj s geometrijom, oduvijek je u najvećoj mjeri zaokupljala pozornost sviju onih koji su osjećali zanimanje za principijelna pitanja spoznajne teorije. Nijedna se od grana ljudske znanosti ne doima tako cjelovito stvorenom, poput Minerve koja je naoružana iskočila iz glave Zeusove, nema nijedne među njima pred čijom bi se nemilosrdnom egidom proturječje i dvojba toliko bojale upraviti svoj pogled.

Pri tom joj ni u kom slučaju nije pripao tegoban i dugotrajan zadatak prikupljanja iskustvenih činjenica, kao što to moraju činiti prirodne znanosti u užem smislu, već je isključiv oblik njezina znanstvenog postupka dedukcija. Zaključak proizlazi iz zaključka, a da nitko zdravoga razuma ne sumnja da ta geometrijska načela moraju pronaći svoju neobično praktičnu primjenu u stvarnosti koja nas okružuje. Mjerništvo i arhitektura, umijeće strojogradnje i matematička fizika preračunavaju neprekidno prostorne odnose najrazličitijih vrsta prema geometrijskim stavovima; one očekuju da se uspjeh njihovih konstrukcija i pokusa pokori njihovim proračunima i još nije zabilježen slučaj da su se prevarile u tom očekivanju, uz preduvjet, dakako, da su računale ispravno i s dostatnim podacima.

Tako se i činjenica da geometrija postoji i to omogućava, u sporu oko onog pitanja koje tvori jezgru svih suprotnosti filozofskih sistema, uvijek upotrebljavala da bi se na nekome prominentnom primjeru pokazalo kako spoznavanje stavova realnog sadržaja jest moguće bez odgovarajućeg temelja uzetog iz iskustva. Naime, kod odgovora na Kantovo čuveno pitanje: „Kako su mogući sintetički stavovi *a priori?*“, geometrijski aksiomi tvore upravo one primjère koji, čini se, najevident-

nije pokazuju da su sintetički stavovi uopće *a priori* mogući. Po njemu je, nadalje, okolnost, što takvi stavovi postoje i s nužnošću se nameću našem uvjerenju, dokaz za to da je prostor *a priori* data forma svakog vanjskog opažaja. Time on, kako se čini, za tu, *a priori* datu formu ne traži samo karakter čisto formalne i po sebi besadržajne sheme, u koju bi se uklopio bilo koji sadržaj iskustva, nego uključuje i stanovite osobitosti sheme koje prouzročuju da samo neki, na stanovit način zakonski ograničen sadržaj može u nju ući i postati opažljivim[1].

Upravo je taj spoznajnoteorijski interes geometrije ono što mi daje hrabrosti da govorim o geometrijskim stvarima na nekom skupu kojega su sudionici samo malim dijelom ušli u matematičke studije dublje no što je pružila školska nastava. Na sreću će i ono geometrijskih znanja što se običava predavati u gimnazijskoj nastavi, biti dovoljno da vam razjasnim barem smisao stavova o kojima namjeravam govoriti.

Namjera mi je, naime, izvijestiti o nizu novijih, međusobno povezanih matematičkih radova koji se odnose na geometrijske aksiome, njihove odnose s iskustvom i na pitanje da li je logički moguće zamijeniti ih drugima.

Budući da su originalni radovi matematičara o toj temi — navedimo prvo dokaze za stručnjaka na području koje zahtijeva veću moć apstrahiranja od bilo kojega drugog — nematematičaru prilično nepristupačni, pokušat ću da i takvome zorno prikažem o čemu se radi. Ne trebam zacijelo niti spominjati da moja objašnjenja nemaju namjeru da dokazuju ispravnost novih uvida. Traži li netko, pak, takav dokaz, morat će si dati truda i proučiti originalne radove.

Tko jednom kroz vrata prvih elementarnih stavova uđe u geometriju, tj. u matematičko učenje o prostoru, na svome će daljnjem putu naići na onaj neprekinut lanac zaključaka o kojima sam ranije govorio i putem kojih sve raznolikiji i zamršeniji prostorni oblici dobivaju svoje zakone. Ali u onim su prvim elementima postavljeni neki stavovi za koje sama geometrija tvrdi da ih se ne može dokazati; da mora računati jedino s tim da će svatko tko razumije smisao tih stavova pri-

---

[1] U svojoj knjizi *Über die Grenzen der Philosophie* W. Tobias tvrdi da su stavovi sličnog smisla, koje sam ranije spomenuo, nerazumijevanje Kantova mišljenja. Ali Kant posebno navodi stavove da je prava linija najkraća *(Kritika čistog uma)*, da prostor ima tri dimenzije, da je između dviju točaka moguć samo jedan pravac, kao stavove „koji *a priori* izražavaju uvjete osjetilnog opažanja". No, da li su ti stavovi izvorno dati u prostornom opažanju ili, pak, ono daje samo uporišta iz kojih razum takve stavove može *a priori* razvijati, na što moj kritičar polaže vrijednost, ovdje uopće nije važno.

znati njihovu ispravnost. To su takozvani geometrijski aksiomi. U njih, primjerice, spada stav da ako se najkraća linija, koja se može povući između dviju točaka, naziva *pravcem*, tada *između dviju točki može postojati samo jedan, a ne dva takva različita* pravca. Postoji, nadalje, aksiom da se kroz bilo koje tri točke u prostoru, koje ne leže na pravcu, može povući ravnina, tj. površina u koju sasvim ulazi svaki pravac koji povezuje dvije njezine točke. Slijedeći, mnogo raspravljani aksiom kaže nam da se kroz točku, koja se nalazi van nekoga pravca, može povući samo jedan, a ne dva različita pravca koji bi bili paralelni s onim prvim. Paralelnima se nazivaju dva pravca koji leže u istoj ravnini i nikada se ne sijeku ma koliko ih se produljivalo. Osim toga, geometrijski aksiomi iskazuju stavove koji određuju broj dimenzija prostora i njegovih površina, crta i točaka, i objašnjavaju pojam kontinuiteta tih likova, npr. stavovi da je granica nekog tijela površina, površine pak linija, a linije točka, dok je točka nedjeljiva; nadalje, stav da se kretanjem jedne točke opisuje linija, kretanjem linije, pak, linija ili površina, kretanjem površine površina ili tijelo, dok se kretanjem tijela uvijek opisuje samo tijelo.

Otkuda, dakle, takvi stavovi, neoborivi i bez dvojbe ispravni, na polju znanosti gdje se sve drugo dade pokoriti vladavini zaključka? Jesu li oni naslijeđe iz božanskog izvora našeg uma, kao što to misle idealistički filozofi, ili, pak, oštroumnost dosadašnjih *matematičara nije bila dovoljna da se pronađe dokaz*? Svaki će novi proučavalac geometrije, dakako, pokušati da se s velikim marom baci na tu znanost i da bude onaj sretnik koji će nadmašiti sve svoje prethodnike. I pravično je da se svatko na tome iznova okušava; jer, kod sadašnjeg se stanja stvari u nemogućnost dokaza moglo uvjeriti jedino neplodnošću vlastitih pokušaja. S vremena na vrijeme, na žalost, ponovo se pojavljuju mudrijaši koji se tako dugo i duboko zapliću u zamršene zaključke sve dok više ne mogu otkriti greške koje su počinili, a uvjereni su da su stvar razriješili. Posebno je stav o paralelama izazvao velik broj prividnih dokaza.

Najveća se teškoća u tim istraživanjima sastojala, i još uvijek *se sastoji, u tome što se logično izvođenje pojmova* olako brkalo s rezultatima svakodnevnoga iskustva kao prividnim nužnostima mišljenja, sve dok je jedina geometrijska metoda bila Euklidova metoda intuicije. Naime, izuzetno je teško da se na tome putu uvijek bude na čistu da li se pri koracima, koje se propisuje za izvođenje dokaza, nehotice i ne znajući ne oslanja na neke iskustvene najopćenitije rezultate kojima nas je već praktički naučila izvodivost stanovitih propisanih dijelova tog postupka. Dobro školovan geometar kod

svake će se pomoćne linije, koju povuče radi nekog dokaza, upitati da li će uvijek biti moguće da se povuče linija tražene vrste. Poznato je da konstrukcijski zadaci igraju važnu ulogu u sistemu geometrije. Površno promatrano izgledat će oni kao praktične primjene koje su postavljene radi vježbanja učenika. U stvari, njima se potvrđuje postojanje stanovitih likova. Oni pokazuju da su točke, pravci ili krugovi onakvi kakvi se traže u zadatku, mogući ili pod svim uvjetima ili određuju eventualne iznimke.

Točka, o kojoj će se raditi u slijedećim istraživanjima bitno je te vrste. Osnova svih dokaza u Euklidovoj metodi dokaz je kongruencije dotičnih linija, kutova, ravninskih likova, tijelā itd. Da bismo kongruenciju zorno prikazali, valja si predstaviti da se ti geometrijski likovi međusobno približuju, a da pritom, dakako, ne mijenjaju svoj oblik i dimenzije. Da je to u stvari moguće i izvedivo, svi smo iskusili još u djetinjstvu. Želimo li, međutim, nužnosti mišljenja zasnovati na toj ideji slobodne pokretljivosti čvrstih prostornih likova nepromjenljiva oblika na bilo kojem mjestu u prostoru, morat ćemo se zapitati da li ta ideja ne uključuje i neku logički nedokazanu pretpostavku. Vidjet ćemo kasnije da je to doista slučaj i da uključuje u sebi jednu vrlo značajnu pretpostavku. Ako je tome tako, tada se svaki dokaz o kongruenciji zasniva na jednoj samo iz iskustva uzetoj činjenici.

Navodim ova razmišljanja na početku s namjerom da pokažem na kakve ćemo se sve poteškoće namjeriti kod potpune analize svih pretpostavki koje su sadržane u metodi intuicije. Njih ćemo izbjeći ako na istraživanje principa primijenimo analitičku metodu koju je razradila novija algebarska geometrija. Čitavo izvođenje algebarskog računa čista je logička operacija; ono ne može rezultirati nikakvom vezom među veličinama iz tog računa koja već nije sadržana u jednadžbama koje obrazuju ishodište tog računa. Spomenuta novija istraživanja stoga se skoro isključivo provode pomoću čisto apstraktne metode analitičke geometrije.

Sada uostalom, nakon što se apstraktna metoda upoznala s točkama o kojima se ovdje radi, moći ćemo dati mišljenje o tim točkama; najbolje će biti da se pri tom ograničimo na neko uže područje no što je naš prostorni svijet. Zamislimo — i to neće biti logički nemoguće — da postoje neka razumna bića u samo dvije dimenzije koja žive i kreću se po površini bilo kojega čvrstog tijela. Pretpostavimo, nadalje, da ona ne posjeduju sposobnost zapažanja bilo čega van te površine, već samo unutar površine po kojoj se kreću. Ako bi takva bića obrazovala svoju geometriju, svome bi prostoru, dakako, pri-

pisala *samo* dvije dimenzije. Utvrdila bi, nadalje, da točka koja se kreće opisuje liniju, a linija koja se kreće površinu, što bi za njih bio najpotpuniji lik u prostoru koji bi imali. Ona si ne bi mogla stvoriti predodžbu o prostornom liku koji bi nastao ako bi neka površina izašla iz svog prostora, kao što si ni mi ne možemo stvoriti predodžbu o nekom liku koji bi nastao izlaženjem nekog tijela iz nama poznatog prostora. Pod često zloupotrebljavanim izrazom „predočavanja" ili „mogućnosti zamišljanja kako se nešto događa", razumijem — i ne vidim kako bi se pod tim moglo razumjeti bilo šta drugo, a da se ne izgubi svaki smisao tog izraza — da si možemo zamisliti niz osjetilnih utisaka koje bismo imali ako se tako nešto događalo u nekome pojedinačnom slučaju. Ako nije poznat nijedan osjetilni utisak koji bi se odnosio na takav događaj koji nikada nije zapažen i kakav bi nama bio pomak u četvrtu dimenziju a onim plošnim bićima u treću, nama poznatu dimenziju prostora, tada takvo „predočavanje" i nije moguće. isto kao što nije moguće da bi si neki od djetinjstva slijep čovjek mogao „predočiti" boje, pa čak i ako bi mu se boje pojmovno opisalo.

Ona bi plošna bića, nadalje, u svome plošnom prostoru mogla povući i najkraće linije. Ne bi to nužno morali biti baš pravci u našem smislu riječi, već ono što bismo u geometrijskoj terminologiji nazvali *geodetskim linijama* površine na kojoj ona bića žive, linijama kakve opisuje napeta nit koju se položi na površinu i koja potom po njoj može nesmetano kliziti. Dopustit ću si da takve linije odsada nazivam *najpravijim* linijama *označene površine (odnosno nekoga datog prostora)* kako bih time naglasio njihovu analogiju s pravcem u ravnini. Nadam se da ću tim izrazom navedeni pojam približiti svojim slušateljima koji nisu matematičari, a da pri tom ne dođe do zabune.

Ako bi, dakle, bića te vrsti živjela u nekoj beskonačnoj ravnini, zamislila bi upravo onakvu geometriju kakva je sadržana u našoj planimetriji. Ustvrdila bi da je između dviju točaka moguć samo *jedan* pravac, da se kroz neku točku, koja leži van tog pravca, može povući samo jedan, njemu paralelan pravac, da se baš pravci mogu produbljivati u beskonačnost, a da im se krajevi ponovo ne susretnu, itd. Njihov bi prostor mogao biti beskonačno protegnut, no kada bi i došla do granica svoga kretanja i opažanja, ta bi si bića mogla zorno predočiti i nastavak preko tih granica. U toj bi im se predodžbi njihov prostor učinio beskonačno protegnutim, kao što se nama čini naš, iako mi svojim tijelom ne možemo napustiti zemlju i iako naš pogled ne dopire dalje od vidljivih zvijezda stajaćica.

No, inteligentna bi bića te vrsti mogla živjeti i na površini neke kugle. Njihova bi najkraća i najpravija linija između *dviju točaka bio* luk najvećeg kruga koji se može povući kroz dotične točke. Pri tom se svaki krug, koji prolazi kroz dvije date točke, dijeli u dva dijela. Ako su ta dva dijela nejednake duljine, manji će od njih biti jedini najkraći pravac na kugli koji postoji između dviju točaka. Ali i drugi veći luk istoga najvećeg kruga je geodetska ili najpravija linija, tj. svaki manji njegov dio najkraća je linija između dviju njegovih krajnjih točaka. Zbog te okolnosti ne možemo pojam geodetske ili najpravije linije brzopleto identificirati s pojmom najkraće linije. Ako su obje navedene točke krajnje točke istog promjera kugle, tada sve ravnine koje prolaze kroz taj promjer, na kuglinoj površini tvore polukrugove koji su svi najkraće linije između dviju krajnjih točki. U takvom slučaju, dakle, postoji beskonačno mnogo međusobno jednakih najkraćih linija između dviju datih točaka. Time aksiom, da između dviju točaka postoji samo jedna najkraća linija, za stanovnike kugle ne bi važio bez stanovitog izuzetka.

Tako stanovnici kugle ne bi poznavali paralelne pravce. Oni bi tvrdili da se bilo koje dvije najpravije linije, ako ih se dovoljno produži, naposljetku ne bi morale sjeći samo u jednoj, nego u dvije točke. Zbroj kutova u jednom trokutu uvijek bi bio veći nego od dvaju pravih kutova, i bio bi tim veći što je veća površina trokuta. Upravo bi im stoga i nedostajao pojam geometrijske sličnosti većih i manjih likova iste vrste. Jer, veći trokut nužno mora imati kutove različite od manjega. Njihov bi prostor bio bez granica, ali bi se ustanovilo da je konačan ili barem da se kao konačan mora predočiti.

Jasno je da bi bića na takvoj kugli uz iste logičke sposobnosti morala izgraditi sasvim drukčiji sistem geometrijskih aksioma od bića u ravnini, a i od nas samih u našemu trodimenzionalnom prostoru. Ovi nam primjeri već pokazuju da bi bića, čije bi intelektualne moći sasvim odgovarale našima, izgradila i različite geometrijske aksiome, i to u skladu s prostorom u kojem žive.

Pođimo, međutim, dalje. Zamislimo da razumna bića žive na površini nekoga jajolikog tijela. Između triju točaka takve površine moglo bi se povući najkraće linije i na taj način konstruirati trokut. No, ako bi se pokušalo da se na različitim mjestima te površine konstruira kongruentne trokute, pokazalo bi se da u slučaju kada dva trokuta imaju jednake stranice, njihovi kutovi ne bi bili jednaki. Na šiljatijem kraju jajeta zbroj kutova u trokutu bi se više razlikovao od dvaju pravih kutova nego kod trokuta istih stranica na tupljem

kraju jajeta; odatle proizlazi da se na takvoj površini ni tako jednostavan lik poput trokuta ne bi s jednoga na drugo mjesto mogao kretati bez promjene svog oblika. Pokazalo bi se, također, da bi se u slučaju, kada bi se na različitim mjestima takve površine konstruirali krugovi istih polumjera (kojih bi se duljina uvijek mjerila najkraćim linijama uzduž površine), njihova periferija na tupom kraju ispala većom nego na oštrijem.

Odatle, nadalje, proizlazi da je posebna geometrijska osobina neke površine to da se likovi, koji u njoj leže, mogu slobodno kretati bez promjene svih svojih, uzduž površine izmjerenih linija i kutova, kao i da to neće biti slučaj na svakoj vrsti površine. Na uvjet pod kojim neka površina ima tu važnu osobinu, ukazao je još Gauss u svome važnom radu o zakrivljenosti površinā. Uvjet je, naime, da je ono što je on nazvao „mjerom zakrivljenosti" (naime, recipročna vrijednost proizvoda dvaju glavnih polumjera zakrivljenosti), jednake veličine na cijeloj površini.

Gauss je istodobno dokazao da se ta mjera zakrivljenja ne mijenja savijanjem površine, ukoliko se pri tom u nekom dijelu ne rastegne ili suzi. Možemo tako ravan list papira saviti u cilindričan ili stožast oblik (tuljac), a da se pri tom ne promijene razdaljine koje su izmjerene na površini lista. Isto ćemo tako moći polukugličnu polovinu svinjskoga mjehura saviti u oblik vretena, a da pri tom ne promijenimo izmjerene razdaljine na toj površini. Geometrija će, dakle, u nekoj ravnini biti jednaka onoj na površini cilindra. Moramo si jedino u potonjem slučaju predočiti da se neograničeno mnogo slojeva te površine, poput slojeva zavijenog lista papira, nalaze jedan iznad drugoga i da se svakim punim prolaskom oko opsega cilindra dolazi u drugi sloj, sloj koji je različit od onoga u kojem smo se ranije nalazili.

Ove su opaske potrebne da bih vam mogao predočiti vrstu površine čija je geometrija sasvim slična geometriji ravnine, ali za koju, međutim, ne vrijedi aksiom o paralelnim pravcima. To je neka vrsta zakrivljene površine koja se u geometrijskom smislu ponaša suprotno od kugle i koju je stoga istaknuti talijanski matematičar Beltrami[2], koji je ispitivao njezina svojstva, nazvao *pseudosferičnom* površinom. Radi se o sedlastoj površini od koje se u našem prostoru mogu suvislo prikazati samo ograničeni komadi ili isječci koje se, međutim, može zamisliti da se u svim smjerovima šire u beskonačnost budući da se

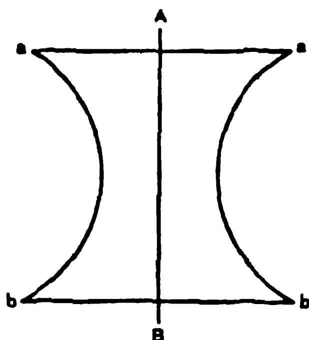
---

[2] *Saggio di Interpretazione della Geometria Non-Euclidea*, Napulj 1868. — *Teoria fondamentale degli Spazii di Curvatura costante*, *Annali di Matematica*, ser. II, tom. II, str. 232—255.

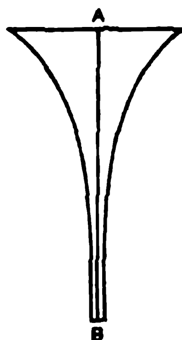
za svaki komad, koji se nalazi na granici konstruiranog dijela površine, može zamisliti da se vrati natrag prema sredini i da se potom nastavlja. Pomaknuti komad površine može pri tom promijeniti svijenost, ali ne i svoje dimenzije, kao što se može amo-tamo pomicati list papira na stošcu koji smo dobili svijanjem neke ravnine u oblik tuljca. Takav se list papira posvuda prilagođava površini stošca, ali se mora jače zaviti blizu vrha, a iznad vrha se više ne može pomicati tako da ostane prilagođen postojećem stošcu i njegovom idealnom nastavku s one strane vrha.

Kao ravnina i kugla i pseudosferične površine su konstantne zakrivljenosti tako da svaki njihov dio može potpuno prianjati na svako drugo mjesto te površine i da se, dakle, svi likovi, koji su konstruirani na jednome mjestu na površini, mogu prenijeti na bilo koje drugo mjesto u potpuno kongruentnom obliku i sa svim potpuno jednakim dimenzijama koje se nalaze u samoj površini. Mjera zakrivljenosti, kako ju je zamislio Gauss, koja je za kuglu pozitivna, a za ravninu jednaka nuli, imala bi kod pseudosferičnih površina konstantnu, negativnu vrijednost budući da dvije glavne zakrivljenosti neke sedlaste površine svoju konkavnost okreću na suprotne strane.

Isječak neke pseudosferične površine može se, primjerice zavinut, prikazati kao unutrašnja površina prstena. Zamislimo li da se površina, kakva je *aabb* na sl. 1, okrene oko svoje osi simetrije *AB*, dobije se takva prstenasta pseudosferična površina koju opisuju lukovi *ab*. Oba dijela površine iznad *aa* i ispod *bb* sve oštrijim bi se savijanjem zakretali prema vani sve dok površina ne bi stajala okomito prema osi i tamo bi beskonačnom zakrivljenošću završila na rubu. Jedna bi se polovina neke pseudosferične površine mogla zaviti u oblik



Slika 1



Slika 2

čaše za pjenušac s beskonačno produženom, sve tanjom nožicom (sl. 2). No, ta je površina na jednoj strani uvijek nužno ograničena oštrim rubom, preko kojega se neposredno ne može kontinuirano nastaviti. Jedino tako da zamislimo da je svaki pojedini dio ruba izrezan i da ga se pomiče po površini prstena ili čaše, može ga se dovesti do mjesta drukčijeg savijanja, na mjesta na kojima je moguće nastavljanje tog komada.

Na taj se način i najpravije linije pseudosferične površine mogu beskonačno produživati. One se ne vraćaju, kao kod kugle sebi samima, već je, kao što je to kod ravnine, između dviju zadatih točaka moguća samo jedna najkraća linija. Ali aksiom o paralelama ne vrijedi. Ako su na površini zadati jedna najpravija linija i jedna točka van nje, moći će se kroz tu točku povući čitav snop najpravijih linija od kojih nijedna neće sjeći zadatu liniju, pa i ako ih se produži u beskonačnost. Sve su to linije koje se nalaze između dviju najpravijih linija kojima je cio snop omeđen. Jedna će od njih susresti našu zadanu liniju ako je se produži u beskonačnost na jednoj strani, a druga produži li je se na drugu stranu.

Takav geometrijski sistem, koji isključuje aksiom o paralelama, razradio je po sintetičkoj Euklidovoj metodi još 1829. godine N. J. Lobačevski, matematičar iz Kazana[3]. Pokazalo se da je taj sistem moguće provesti konzekventno i neproturječno kao i Euklidov. Ta se geometrija u potpunosti podudara s pseudosferičnim površinama koje je nedavno razvio Beltrami.

Odavde vidimo kako pretpostavka, da se neki lik može kretati u svim smjerovima bez ikakve promjene svojih dimenzija koje leže u ravnini, u geometriji dviju dimenzija neku površinu karakterizira kao ravninu, kuglu ili pseudosferičnu površinu. Aksiom, po kojem između dviju točaka postoji uvijek samo jedna najkraća linija, razlikuje ravninu i pseudosferičnu površinu od kugle, a aksiom o paralelama odvaja površinu od pseudosfere. Ta su tri aksioma, dakle, nužna i dovoljna da se površinu, na koju se Euklidova planimetrija odnosi, označi ravninom za razliku od svih ostalih dvodimenzionalnih prostornih likova.

Razlika između geometrije u ravnini i geometrije na površini kugle odavno je već postala jasna i zorna, no misao se aksioma o paralelama mogao shvatiti tek nakon što je Gauss razvio pojam površina koje se savijaju bez istezanja, a time i pojam mogućega beskonačnog nastavljanja pseudosferičnih površina. Nastanjujući trodimenzionalni prostor i raspolažući osjetilnim organima za opažanje tih dimenzija mi si možemo

---

[3] *Prinzipen der Geometrie*. Kazan 1829—1830.

zorno predočiti razne slučajeve u kojima bi ona dvodimenzionalna bića izgrađivala svoj opažaj prostora, budući da u tu svrhu samo svoje vlastite opažaje moramo ograničiti na jedno uže područje. Jer, lako je zanemariti opažaje kojima raspolažemo; teško je, međutim, stvoriti osjetilnu predodžbu o opažajima za koje ne nalazimo ničega analognog u svome iskustvu. No, pređemo li na prostor od tri dimenzije, bit ćemo zapriječeni u svojoj predodžbenoj moći zbog strukture naših organa i iskustava koja smo pomoću njih stekli i koja odgovaraju jedino prostoru u kojem živimo.

Postoji, međutim, još jedan put znanstvenog pristupa geometriji. Naime, svi su nama poznati prostorni odnosi mjerljivi, tj. može ih se svesti na određivanje veličina (duljinā linija, kutova, površina, volumena). Stoga se upravo i zadaci geometrije mogu riješiti tako da se iznađu metode računanja kojima bi se nepoznate prostorne veličine izvodile iz poznatih. To se događa u *analitičkoj geometriji* u kojoj se sa svim prostornim likovima postupa jedino kao s veličinama i koje se određuje pomoću drugih veličina. Čak i naši aksiomi govore o prostornim veličinama. Prava se linija definira kao *najkraća* između dviju točaka što je, zapravo, kvantitativno određenje. Aksiom o paralelama izriče: ako se dva pravca ne sijeku u istoj ravnini (ako su paralelni), onda će izmjenični odnosno suprotni kutovi na trećem pravcu, koji ih siječe, biti jednaki. Ili se to, pak, formulira ovako: zbroj kutova u svakom trokutu jednak je zbroju dvaju pravih kutova. I to su kvantitativna određenja.

Može se, dakako, poći i od shvaćanja prostora po kojem se položaj svake točke u odnosu na bilo koji fiksni lik u prostoru (koordinatni sistem) može odrediti mjerenjima bilo kojih veličina; pri tom treba utvrditi koje su posebne karakteristike našega prostora (kako se pokaže pri mjerenjima koja stvarno valja provesti) i da li se po nekima od njih prostor razlikuje od drugih protegnutih veličina slične vrste. Tim je putem prvi krenuo Riemann[4] u Göttingenu, ali ga je smrt prerano otrgnula od znanosti. Osobita je prednost njegova puta u tome da su sve operacije, koje se u njemu pojavljuju, čista izračunavanja veličina pri čemu je sasvim isključena opasnost da bi se uobičajene činjenice opažanja mogle nametnuti kao nužnosti mišljenja.

Broj mjerenja koji je potreban da bi se odredio položaj neke točke jednak je broju dimenzija dotičnog prostora. U

---

[4] *Über die Hypothesen welche der Geometrie zu Grunde liegen*, habilitacijska radnja od 10. juna 1854 (*Abhandlungen der königl. Gesellschaft zu Göttingen*, sv. XIII).

liniji je dovoljan razmak od neke fiksne točke, dakle jedna veličina, u površini se moraju navesti i razmaci od dviju fiksnih točki; u prostoru, pak, od triju; ili ćemo, kao na zemlji, navesti geografsku dužinu, širinu i nadmorsku visinu, ili, kao što je to uobičajeno u analitičkoj geometriji, razmake od triju koordinatnih ravnina. Neki sistem razlikā, u kojem se ono pojedinačno može određivati pomoću *n* mjerenja Riemann naziva *n-struko protegnutim skupom ili skupom od n dimenzija*. Time je, dakle, nama poznat prostor u kojem živimo trostruko protegnuti skup točaka, površina je dvostruki, a pravac jednostruki, kao i vrijeme. I sistem boja tvori trostruki skup, ukoliko se svaka boja, prema ispitivanjima Thomasa Younga i Clerka Maxwella[5], može prikazati kao mješavina triju temeljnih boja tako da se od svake uzme određena količina. Takve se mješavine i mjerenja može izvesti zvrkom boja.

Sistem jednostavnih zvukova[6] mogli bismo, također, promatrati kao dvodimenzionalni skup, ukoliko ih razlikujemo samo po visini i jačini, a zanemarimo boju zvuka. To poopćavanje pojma vrlo je pogodno da se pokaže po čemu se prostor razlikuje od drugih trodimenzionalnih skupova. Iz svakodnevnog nam je iskustva *poznato da u prostoru možemo usporediti* vertikalni razmak dviju točki s horizontalnim razmakom dviju točki na podu, budući da možemo jedno mjerilo upotrijebiti prvo za jedan par točaka, a potom i za drugi. Nećemo, međutim, moći da razmak dvaju tonova iste visine, a različita intenziteta, usporedimo s razmakom dvaju tonova istog intenziteta, a različite visine. Riemann je takvim razmatranjima pokazao da je bitna osnova svake geometrije izraz kojim se opisuje udaljenost dviju točaka, od kojih se svaka može nalaziti u proizvoljnom smjeru prema drugoj, i to započinjući s infinitezimalnim intervalom. Za taj je izraz on iz analitičke geometrije uzeo opći oblik[7], oblik koji ostavlja otvorenim kakvim je mjerenjima dat položaj svake točke. On je, nadalje, pokazao da ona vrsta slobode kretanja bez promjene oblika, koja pripada tijelima u našem prostoru, može postojati jedino ako stanovite veličine — koje proizlaze iz računa[8] i koje se, u vezi s odnosima na površinama, reduciraju na Gaussovu mjeru površinske zakrivljenosti — imaju posvuda jednaku vrijednost. Upravo stoga Riemann te veličine, kada za neko određeno mjesto imaju

---

[5] V. Helmholtzove *Vorträge und Reden*, sv. I, str. 307.

[6] *Vorträge und Reden*, sv. I, str. 141.

[7] Npr., za kvadrat razmaka dviju beskonačno bliskih točaka homogenu funkciju drugog stupnja diferencijalā njihovih koordinata.

[8] To je algebarski izraz i sastavljen je od koeficijenata pojedinih članova u izrazu za kvadrat razmaka dviju susjednih točaka i njihovih diferencijalnih koeficijenata.

istu vrijednost u svim smjerovima, i naziva mjerom zakrivljenosti dotičnoga prostora na tome mjestu. Da se uklone svi nesporazumi htio bih još samo napomenuti da je ta tzv. mjera zakrivljenosti prostora zapravo veličina do koje se došlo čisto analitičkim putem i da se njezino uvođenje ni u kom slučaju ne zasniva na nekom sugeriranju odnosā koji bi imali smisla samo u osjetilnom opažanju. Ime je uzeto samo kao kratka oznaka jednoga zamršenog odnosa u slučaju kada označenoj veličini odgovara osjetilno opažanje.

Kada ta mjera zakrivljenosti prostora ima posvuda vrijednost nule, takav prostor posvuda odgovara Euklidovim aksiomima. U tom ga slučaju možemo nazvati *ravnim prostorom* za razliku od drugih prostora koji se mogu analitički konstruirati i koje se može nazvati zakrivljenima budući da njihova mjera zakrivljenosti ima vrijednost različitu od nule. Za prostore potonje vrste analitička se geometrija može razraditi isto tako cjelovito i u sebi konzekventno kao i obična geometrija našega stvarno postojećeg ravnog prostora.

Ako je mjera zakrivljenosti pozitivna, dobit ćemo *sferični* prostor, u kojem se najpravije linije vraćaju u sebe i u kojem nema paralela. Takav bi prostor, kao i površina kugle, bio neograničen, ali ne i beskonačno velik. Negativna konstantna mjera zakrivljenosti daje, suprotno tome, *pseudosferičan* prostor u kojem se najpravije linije produžuju u beskonačnost, a u svakoj se najravnijoj površini kroz svaku točku može povući snop najpravijih linija koje ne sijeku neku drugu najpraviju liniju te površine.

Beltrami[9] je potonje odnose učinio pristupačnima opažanju tako što je pokazao kako se točke, linije i površine nekoga trodimenzionalnog pseudosferičnog prostora može u unutrašnjosti neke kugle Euklidova prostora predstaviti tako da svaka najpravija linija pseudosferičnoga prostora u kugli bude zastupljena pravcem, a da svaka najravnija površina tog prostora bude u kugli zastupljena ravninom. Sama površina kugle odgovara pri tom beskonačno udaljenim točkama pseudosferičnoga prostora; njegovi različiti dijelovi — onako kako su predstavljeni u kugli — sve će se više smanjivati što su bliži površini kugle i to jače u smjeru kuglinih polumjera, nego okomito na njih. Pravci u kugli, koji se sijeku tek izvan površine kugle, odgovaraju najpravijim linijama pseudosferičnoga prostora koji se uopće ne sijeku.

Time se ispostavilo da prostor, promatra li ga se kao područje mjerljivih veličina, ni u kom slučaju ne odgovara naj-

[9] *Teoria fondamentale degli Spazii di Curvatura costante. Annali di Matematica*, ser. II, tom II, fasc. III, str. 232—255.

općenitijem pojmu nekog trodimenzionalnog skupa, nego zadobiva i posebna određenja koja su uvjetovana potpuno slobodnom pokretljivošću čvrstih tijela nepromijenjena oblika po svim mjestima i uz sve moguće promjene smjera te, nadalje, posebnom vrijednošću mjere zakrivljenosti, koja je za stvarno postojeći prostor jednaka nuli, ili se barem svojom vrijednošću vidno ne razlikuje od nule. Ova zadnja konstatacija sadržana je u aksiomima o pravcima i paralelama.

Dok je Riemann na to novo područje došao polazeći od najopćenitijih temeljnih pitanja analitičke geometrije, ja sam do sličnih zaključaka došao dijelom istraživanjima prostornog prikaza sistema bojā, dakle uspoređivanjem trostruko protegnutog skupa s nekim drugim, a dijelom istraživanjima o porijeklu naše vizualne mjere za razdaljine u vidnom polju. Riemann je pošao od gore spomenutog algebarskog izraza, koji udaljenost dviju beskonačno bliskih točaka prikazuje u najopćenitijem obliku; taj mu je izraz bio temeljnom pretpostavkom i iz njega je izveo stavove o pokretljivosti čvrstih likova; ja sam, međutim, pošao od činjenice opažanja, da je kretanje čvrstih likova u našem prostoru moguće uz onaj stupanj slobode koji poznajemo, a iz te sam, pak, činjenice izveo nužnost onoga algebarskog izraza koji Riemann uzima kao aksiom. Pretpostavke, na kojima sam morao zasnovati račun, bile su slijedeće.

Prvo — da bi računanje uopće bilo moguće — mora se pretpostaviti da se položaj svake točke A u odnosu na određene prostorne likove koji se smatraju nepromjenljivima i krutima može odrediti mjerenjima nekih prostornih veličina, bilo linija, bilo kutova među linijama ili, pak, kutova među površinama itd. Mjerenja koja su potrebna za određivanje položaja točke A zovemo njezinim *koordinatama*. Broj koordinata potrebnih za potpuno određivanje položaja svake točke određuje broj dimenzija dotičnoga prostora. Pretpostavlja se i da se prostorne veličine, koje se upotrebljavaju kao koordinate, kontinuirano mijenjaju kod kretanja točke A.

Drugo, valja odrediti definiciju nekoga krutog tijela, odnosno krutog sistema točaka i to tako da se uspoređivanje prostornih veličina može provesti kongruencijom. Budući da ovdje još uvijek ne možemo pretpostaviti nikakve specijalne metode za mjerenje prostornih veličina, naša se definicija isprva može dati jedino slijedećom osobinom: između koordinata bilo kojih dviju točaka, koje pripadaju nekome krutom tijelu, mora postojati jednadžba koja, bez obzira na kretanje tijela, izražava konstantan prostorni odnos dviju točaka (koji se naposljetku pokazuje kao njihova razdaljina), i koji je jed-

nak za kongruentne parove točaka. Kongruentni su, međutim, takvi parovi točaka koji se sukcesivno mogu poklapati s istim krutim parom točaka u prostoru.

Unatoč svojoj, naoko neodređenoj formulaciji uključuje ova definicija izuzetno važne posljedice budući da će kod rasta broja točaka mnogo brže rasti broj jednadžbi nego broj koordinata kojima su one određene. Pet točaka, A, B, C, D, E, daje deset različitih parova točaka:

AB, AC, AD, AE,
BC, BD, BE,
CD, CE,
DE,

deset jednadžbi, dakle, koje u trodimenzionalnom prostoru sadrže petnaest promjenljivih koordinata, od kojih šest mora biti nespecificiranih ukoliko sistem od pet točaka treba biti moguće slobodno kretati i rotirati. Pomoću onih deset jednadžbi se, dakle, može odrediti samo devet koordinata koje bi bile ovisne o onih šest promjenljivih. Kod šest točaka dobit ćemo petnaest jednadžbi za dvanaest promjenljivih veličina, kod sedam točaka dvadesetjednu jednadžbu za petnaest veličina itd. Sada ćemo, međutim, moći da iz *n* međusobno neovisnih jednadžbi odredimo *n* veličina koje se u njima pojavljuju. Ako imamo više od *n* jednadžbi, morat ćemo one prekobrojne sami izvoditi iz prvih *n*. Odatle slijedi da jednadžbe, koje postoje među koordinatama svakog para točaka nekoga krutog tijela, moraju biti posebne vrsti, tako da iz njih, u slučaju kada su u trodimenzionalnom prostoru zadovoljene za devet parova točaka (formiranih iz pet točaka), logički slijedi jednadžba za deseti par. Iz te okolnosti proizlazi da je navedena pretpostavka za definiciju krutosti ipak dovoljna da bi se odredila vrsta jednadžbi koje postoje među koordinatama dviju kruto povezanih točki.

Treće, račun se mora zasnivati na činjenici da postoji u kretanju krutog tijela jedna osobitost koja nam je toliko poznata da izvan ovog istraživanja možda i ne bismo došli na zamisao da je promatramo kao nešto što nije nužno. Ako, naime, u našem trodimenzionalnom prostoru učvrstimo dvije točke nekoga krutog tijela, moći će se ono okretati još jedino oko pravca koji te dvije točke povezuje.

Okrenemo li ga jednom oko osi, doći će ponovo upravo u onaj položaj u kojem se prethodno nalazio. Pri tom se mora posebno napomenuti da rotacija u jednome smjeru svako kruto tijelo dovodi u njegov početni položaj. Bila bi, međutim,

moguća i geometrija u kojoj to ne bi bilo tako. Najjednostavnije se to može uvidjeti kod geometrije ravnine. Pretpostavimo li da kod svakog okretaja svakog ravninskog lika njegove linearne dimenzije rastu proporcionalno s kutom okretanja, tada nakon jednog čitavog okretaja za 360° lik više ne bi bio kongruentan sa svojim početnim stanjem. Inače bi se, međutim, i svaki drugi lik, koji bi bio kongruentan s njim u njegovom početnom položaju, poklapao s njim i u drugom položaju kada se i drugi lik okrene za 360°. Pod tom bi pretpostavkom bio moguć i neki drugi sistem geometrije koji ne potpada pod Riemannovu formu.

S druge sam strane pokazao da su navedene tri pretpostavke, uzme li ih se zajedno, dovoljne da se utemelji Riemannovo polazište u istraživanju, a time i svi daljnji rezultati njegova rada, rezultati koji se odnose na razliku između različitih prostora prema njihovoj mjeri zakrivljenosti.

Mogli bismo se još upitati da li se i zakoni kretanja i njihove ovisnosti o pokretnim silama mogu bez proturječnosti prenijeti na sferične ili pseudosferične prostore. To je istraživanje proveo prof. Lipschitz u Bonnu[10]. U stvari se sažeti izraz za sve zakone dinamike, Hamiltonov princip, može izravno prenijeti na prostore čija mjera zakrivljenosti nije jednaka nuli. I u tom pogledu, dakle, disparatni sistemi geometrije ne dovode do proturječnosti.

Sada ćemo se pozabaviti pitanjem odakle potječu te posebne karakteristike budući da one, kako se pokazalo, nisu uključene u opći pojam neke protegnute trodimenzionalne veličine i slobodne pokretljivosti u njoj sadržanih, ograničenih likova. To svakako nisu nužnosti mišljenja koje bi proizlazile iz pojma nekoga takvog skupa i njegove mjerljivosti ili, pak, iz najopćenitijeg pojma nekoga krutog, u njoj sadržanog lika i njegove slobodne pokretljivosti.

Ispitajmo sada i suprotnu pretpostavku o njihovu porijeklu, pitanje, naime, da li su te karakteristike *empirijskoga porijekla*, da li ih se može izvesti iz iskustvenih činjenica i da li ih se tako može dokazati, odnosno ispitati, a možda i opovrći. Ova potonja mogućnost bi tada uključila i to da bismo si morali moći predočiti nizove promatranih iskustvenih činjenica kojima bismo dobili neku drugu vrijednost mjere zakrivljenosti od mjere koju ima ravni Euklidov prostor. Ako, međutim, možemo zamisliti prostore drukčije vrsti u navedenome

---

[10] „Untersuchungen über die ganzen homogenen Funktionen von n Differentialen". *Borchardts Journal für Mathematik*, sv. LXX, str. 71. i sv. LXXII, str. 1; „*Untersuchung eines Problems der Variationsrechnung*," op. cit. sv. LXXIV.

smislu, opovrgli bismo time i to da su geometrijski aksiomi nužne posljedice nekoga apriornog transcendentalnog oblika naših opažaja u Kantovu smislu.

Razlika između Euklidove, sferične i pseudosferične geometrije temelji se, kako smo već primijetili, na vrijednosti određene konstante koju Riemann naziva mjerom zakrivljenosti dotičnog prostora i čija vrijednost mora biti jednaka nuli ukoliko vrijede Euklidovi aksiomi. Ako njezina vrijednost, naime, nije jednaka nuli, tada bi veliki trokuti imali drukčiji zbroj kutova od malih, i to bi u sferičnom prostoru veći zbroj imali veći trokuti, a u pseudosferičnom manji. Nadalje, geometrijska je sličnost velikih i malih tijela ili likova moguća jedino u Euklidovu prostoru. Svi sistemi praktički provedenih geometrijskih mjerenja, kod kojih su kutovi velikih pravocrtnih trokuta pojedinačno mjereni, pa tako i svi sistemi astronomskih mjerenja, iz kojih proizlazi da je paralaksa neizmjerno dalekih zvijezda stajačica jednaka nuli (u pseudosferičnu prostoru morale bi i beskonačno udaljene točke imati pozitivnu paralaksu), empirijski potvrđuju aksiom o paralelama i pokazuju da se u našem prostoru i uz primjenu naših metoda mjerenja, mjera zakrivljenosti prostora ne može razlikovati od nule. Morat ćemo se, dakako, zajedno s Riemannom upitati ne bi li rezultat bio drukčiji kada bismo umjesto naših ograničenih osnovica, od kojih je najveća glavna os Zemljine putanje, mogli upotrebljavati veće osnovice.

Pri tom, međutim, ne smijemo zaboraviti da se sva geometrijska mjerenja naposljetku zasnivaju na principu kongruencije. Udaljenost između točaka mjerimo upotrebljavajući šestar, metar ili mjernu vrpcu. Kutove, pak, mjerimo tako što podijeljeni krug ili teodolit stavimo na njihov vrh. Pravce, *nadalje, određujemo i pomoću zrakā svjetlosti, za koje iz* iskustva znamo da se šire pravocrtno; no okolnost da se svjetlost širi po najkraćim linijama sve dok se nalazi u mediju s konstantnim lomom, mogla bi se isto tako prenijeti i na prostore drukčije mjere zakrivljenosti. Sva se naša geometrijska mjerenja, dakle, zasnivaju na pretpostavci da su naša mjerila, koja smatramo krutima, zaista tijela nepromjenljiva oblika ili da barem ne podliježu nikakvim drugim vrstama promjena oblika do onima koje poznajemo, npr. uslijed promjene temperature ili mala rastezanja koja potječu od gravitacije koja drukčije djeluje ako se promijeni mjesto.

Kod mjerenja ne činimo ništa drugo nego to da najboljim i najpouzdanijim pomoćnim sredstvima provodimo isto ono što smo inače običavali utvrđivati vidom, opipom ili koracima. U potonjim slučajevima mjerni je instrument naše vlastito tijelo

sa svojim organima. Čas je ruka, a čas su noge naš šestar, teodolit nam je oko koje se okreće u svim smjerovima i kojim mjerimo duljine lukova ili kutove površina u našemu vidnom polju.

Svaka usporedna procjena veličinā ili mjerenje prostornih odnosa polazi, dakle, od pretpostavke o fizikalnom ponašanju određenih prirodnih tijela, bilo našega vlastitog tijela ili primijenjenih mjernih instrumenata, pretpostavke koja uostalom može imati najviši stupanj vjerojatnosti i u najvećoj se mjeri slagati s nama inače poznatim fizikalnim odnosima, a da ipak prelazi područje čistih prostornih opažaja.

Može se čak zamisliti određeno ponašanje tijelā, za koja mislimo da su kruta, kod kojih bi mjerenja u Euklidovom *prostoru dala rezultate kao da su provedena u sferičnom ili* pseudosferičnom prostoru. Radi ilustracije podsjećam najprije na to da, kada bi sve linearne dimenzije tijela koje nas okružuju kao i dimenzije našega vlastitog tijela bile u istoj razmjeri, primjerice, za polovinu smanjene ili kada bi, pak, bile dvostruko povećane, mi takvu promjenu našim prostornim opažajem uopće ne bismo mogli primijetiti. Isto to bio bi i slučaj kada bi rastezanje ili skupljanje bilo različito u različitim smjerovima, ali pod pretpostavkom da se naše vlastito tijelo mijenja na isti način i da tijelo u rotaciji u svakom trenutku, a da pri tom ne trpi niti ne vrši mehanički otpor, poprima onaj stupanj rastezanja svojih različitih dimenzija koji odgovara njegovom trenutnom položaju. Zamislimo, na primjer, odraz svijeta u konveksnom zrcalu. Posrebrene kugle, kakve se običava postavljati u vrtove, pokazuju bitne pojave takve slike, iako su one izopačene nekim optičkim nepravilnostima. Dobro izrađeno konveksno zrcalo s otvorom, koji ne smije biti prevelik, pokazivat će sliku svakog predmeta, koji se pred njim nalazi, kao prividno čvrstoga i na određenom mjestu i udaljenosti iza svoje površine. No, slike dalekoga horizonta i sunca na nebu nalaze se na ograničenoj udaljenosti iza zrcala, udaljenosti koja je jednaka žarišnoj daljini zrcala. Između tih slika i površine zrcala sadržane su slike sviju drugih objekata koji se nalaze ispred njih, ali tako da su slike tim manje i spljoštenije što su njihovi objekti udaljeniji od zrcala. Spljoštenje, tj. smanjenje dubinske dimenzije razmjerno je znatnije od smanjivanja površinskih dimenzijā.

Svaki će, međutim, pravac vanjskoga svijeta biti na slici prikazan pravcem, kao što će i svaka ravnina biti prikazana ravninom. Slika čovjeka koji metrom mjeri pravac koji se udaljava od zrcala, sve će se više smanjivati što se original udaljava, ali svojim metrom, koji će se jednako tako smanjivati,

čovjek na slici će izmjeriti točno jednak broj centimetara kao i čovjek u zbilji; i općenito bi sva geometrijska mjerenja pravaca ili kutova, koja bi se provodila zakonito promjenljivim zrcalnim slikama stvarnih instrumenata, davala točno iste rezultate kao i mjerenja u vanjskome svijetu. Sve kongruencije na slikama bi, ako bi se dotična tijela zaista postavila jedna na druga, isto tako vrijedile kao i u vanjskome svijetu, sve bi vizirne linije vanjskog svijeta bile nadomještene pravim vizirnim linijama u zrcalu. Ukratko, ne vidim kako bi ljudi u zrcalu mogli zaključiti da njihova tijela nisu kruta tijela i da njihova iskustva nisu dobri primjeri za ispravnost Euklidovih aksioma. Ako bi oni, međutim, mogli pogledati u naš svijet, kao što mi možemo u njihov, a da pri tom ne mogu prekoračiti granicu, tada bi naš svijet morali proglasiti slikom konveksnog zrcala, a o nama govoriti kao što mi govorimo o njima, a kada bi ljudi iz tih dvaju svjetova mogli razgovarati, tada, kako mi se čini, jedan drugoga ne bi mogao uvjeriti da su njegovi odnosi istinski, a odnosi onoga drugog izopačeni; ne vidim čak ni da li bi takvo pitanje uopće imalo smisla sve dok u to ne bismo umiješali mehanička razmatranja.

Beltramijev prikaz pseudosferičnoga prostora u kugli Euklidovog prostora je slične vrste, samo što pozadinska površina nije ravnina, kao kod konveksnog zrcala, nego površina kugle, a omjer, u kojem će se skraćivati slike koje se približavaju površini kugle, ima drugi matematički izraz. Ako, obrnuto od toga, pomislimo da se u kugli, za čiji unutrašnji prostor vrijede Euklidovi aksiomi, kreću tijela koja se, udaljavajući se od središta, svaki puta skraćuju, slično slikama u konveksnom zrcalu, a skraćuju se tako što njihovi odrazi, konstruirani u pseudosferičnom prostoru, zadržavaju nepromijenjene dimenzije, tada bi promatrači, čija bi se tijela i sama pravilno potčinjavala toj promjeni, kod geometrijskih mjerenja, kako bi ih oni mogli provoditi, dobivali rezultate kao da i sami žive u pseudosferičnom prostoru.

Odavde bismo čak mogli učiniti i korak više; mogli bismo, naime, zaključiti, kako bi promatraču, čije su se sposobnosti vizualnog mjerenja i prostornog iskustva, kao i naše, razvile u ravnom prostoru, izgledali predmeti u pseudosferičnom svijetu, ako bi u takav svijet mogao ući. Takav bi promatrač linije svjetlosnih zrakā ili vizirne linije svoga oka i dalje smatrao pravcima kakvi se javljaju u ravnom prostoru i kako stvarno izgledaju u kugličnom odrazu pseudosferičnog prostora.

Vizualna predodžba objekta u pseudosferičnom prostoru ostavljala bi na njega zato isti utisak kao da se nalazi u središtu Beltramijeve kugle. On bi vjerovao da i najudaljenije

predmete vidi oko sebe na nekoj konačnoj udaljenosti, primjerice na udaljenosti od stotinu stopa[11]. Ako bi on, međutim, prilazio tim udaljenim predmetima, oni bi se pred njim rastezali, i to više u dubinu, nego na površini, a istodobno bi se iza njega skraćivali. Shvatio bi da je učinio pogrešnu vizualnu procjenu. Ako bi vidio dva pravca koji se po njegovoj procjeni protežu paralelno do udaljenosti od 100 stopa, gdje se njemu čini da se svijet završava, praćenjem tih pravaca utvrdio bi da se oni rastezanjem predmeta, kojima se približava, razdvajaju što im on više prilazi; iza njega bi mu, međutim, izgledalo kao da razmak tih pravaca nestaje tako da bi mu se daljnjim napredovanjem činilo da se sve više i više razdvajaju. Ali dva pravca za koje se s prve pozicije činilo da konvergiraju prema jednoj te istoj točki u pozadini nakon 100 stopa, i dalje će našem promatraču tako izgledati i koliko god daleko on išao, nikada neće dostići njihovo sjecište.

Sasvim slične slike našega zbiljskog svijeta moći ćemo dobiti ako pogledamo kroz veliku konveksnu leću odgovarajuće negativne žarišne udaljenosti ili, pak, dva konveksna stakla za naočale, pomalo prizmatično izbrušena, koja bi nadomjestila komade neke veće, jedinstvene leće. Time će nam se, kao i pomoću gore navedenoga konveksnog zrcala, udaljeni predmeti učiniti bliskima, a najudaljeniji nam neće izgledati dalji od žarišta leće. Mičemo li takvu leću pred očima, dolazit će do sličnih rastezanja predmeta kojima prilazimo, kako sam to već opisao u vezi s pseudosferičnim prostorom. Kada netko pogleda kroz leću ne od 100 stopa, nego neku mnogo jaču, od 60 cola žarišne udaljenosti, primijetit će možda u prvom trenutku da predmete vidi približenima. No, nakon kratkog vremena iluzija će nestati i on će, usprkos netočnim slikama, udaljenosti ispravno procjenjivati. Imamo dobroga razloga da pretpostavimo da bi nam se u pseudosferičnom prostoru vrlo brzo dogodilo isto ono što nakon nekoliko sati iskusi čovjek koji prvi puta počinje nositi naočale. Ukratko, pseudosferični prostor ne bi nam se razmjerno uopće učinio stranim; samo iz početka bili bismo žrtve iluzije mjereći veličine i udaljenosti udaljenijih predmeta.

Sferični trodimenzionalni prostor donio bi sa sobom protivne iluzije ukoliko bismo stupili u njega s vizualnim procjenama daljina koje smo stekli u Euklidovu prostoru. Udaljenije bismo predmete smatrali udaljenijima i većima nego što jesu; približavajući se njima, vidjeli bismo da smo do njih stigli

---

[11] Recipročni, negativni kvadrat te udaljenosti bila bi mjera zakrivljenosti pseudosferičnoga prostora.

brže no što smo po vizualnoj procjeni mogli pretpostaviti. Pred sobom bismo, međutim, vidjeli i predmete koje možemo fiksirati jedino divergentnim linijama gledanja; bio bi to slučaj kod svih onih predmeta koji su od nas udaljeniji od kvadranta nekog velikog kruga. Takav prizor teško da bi nam bio osobito neobičan budući da ga možemo imati i u vezi sa zemaljskim predmetima, ako pred jedno oko stavimo slabo prizmatično staklo čija je deblja strana okrenuta prema nosu. I tada moramo oči postaviti divergentno da bismo mogli uočiti udaljene predmete. To u očima pobuđuje izvjestan osjećaj neuobičajenog napora, no znatno ne mijenja percepciju tako promatranih predmeta. Najčudniji dio prizora sferičnoga svijeta bio bi, međutim, stražnji dio naše glave na kojem bi se ponovo sastajali sve naše linije gledanja ukoliko bi mogle prolaziti između drugih predmeta i koji bi morao ispunjavati krajnju pozadinu čitave perspektivne slike.

Pri tom, nadalje, valja primijetiti da kao što se mala ravna elastična ploča, recimo mala ravna ploča od kaučuka, lako zaobljenoj površini kugle može prilagoditi jedino relativnom kontrakcijom njezina ruba i istezanjem njezine sredine, tako ni naše tijelo, izraslo u Euklidovu ravnom prostoru, ne bi u zakrivljen prostor moglo prijeći bez sličnih istezanja i skupljanja njegovih dijelova, čija bi se povezanost mogla, dakako, zadržati jedino ako bi elastičnost njegovih dijelova dopuštala savijanje bez pucanja. Način istezanja morao bi biti isti kao u slučaju da u središtu Beltramijeve kugle zamislimo jedno malo tijelo i da potom od njega pređemo na njegov sferični ili pseudosferični prikaz. Da bi takav prijelaz izgledao mogućim, morat će se uvijek pretpostaviti da je to tijelo dovoljno elastično i maleno u usporedbi s realnim ili imaginarnim polumjerom zakrivljenosti zakrivljenog prostora u koji ono treba prijeći.

Bit će to dovoljno da se pokaže kako se na započetom putu iz poznatih zakona naših osjetilnih percepcija može izvesti niz osjetilnih utisaka koje bi nam dao neki sferični ili pseudosferični svijet ako bi postojao. Ni pritom nećemo nigdje naići na neku nekonzekventnost ili nemogućnost, kao ni u računanju metričkih odnosa. Izgled pseudosferičnog svijeta moći ćemo si predstaviti u svim smjerovima, kao što ćemo moći izvesti i njegov pojam. Stoga i ne možemo prihvatiti da su aksiomi naše geometrije utemeljeni u datom obliku naše sposobnosti opažanja ili da su, pak, s njom na bilo koji način povezani.

Drukčije, međutim, stoji s tri dimenzije prostora. Budući da sva sredstva našeg osjetilnog opažanja sežu samo do prostora triju dimenzija, a da četvrta dimenzija ne bi bila samo

promjena ovog postojećeg, već i nešta sasvim novo, nalazimo se, već i poradi svoje tjelesne organizacije, u apsolutnoj nemogućnosti da si predočimo način opažanja četvrte dimenzije.

Naposljetku bih još istakao da geometrijski aksiomi nikako nisu stavovi koji bi pripadali samo čistom učenju o prostoru. Oni, kako sam već spomenuo, govore o veličinama. O veličinama se može govoriti jedino ako se poznaje i ima na umu neki postupak kojim se te veličine mogu uspoređivati, dijeliti i mjeriti. Svako mjerenje prostora i uopće svi pojmovi veličina koji se primjenjuju na prostor, pretpostavljaju, dakle, mogućnost kretanja prostornih likova čiji se oblik i veličinu usprkos kretanju ipak mogu smatrati nepromjenljivima. Takve se prostorne oblike običava u geometriji označavati jedino geometrijskim tijelima, površinama, kutovima, linijama, budući da se apstrahiraju sve ostale razlike, fizikalne i kemijske, među prirodnim tijelima; no, preostaje ipak jedno fizikalno svojstvo, naime krutost. Za krutost tijelā i prostornih likova nemamo, međutim, nikakav drugi znak nego to da uvijek i iznova, kada se postave jedan do drugog, pokazuju iste kongurencije u bilo kojem trenutku, na bilo kojem mjestu i poslije bilo kojeg okretaja. Čisto geometrijskim putem i bez mehaničkih razmatranja nećemo, međutim, moći da prosudimo da li su se oba tijela, postavljena jedno do drugog, promijenila u istom smislu.

Ako bi nam to u bilo koju svrhu bilo korisno, mogli bismo potpuno konzekventno promatrati prostor u kojem živimo kao prividni prostor iza konveksnog zrcala sa skraćenom i suženom pozadinom; ili bismo, pak, mogli neku ograničenu kuglu našega prostora, van granica koje mi više ništa ne opažamo, promatrati kao beskonačan pseudosferični prostor. Morali bismo samo tada tijelima koja nam izgledaju kruta, a također istovremeno i vlastitom tijelu, pripisati odgovarajuća istezanja i skraćivanja, a morali bismo također istovremeno i sasvim promijeniti sistem naših mehaničkih principa; jer, već se i stav da se svaka točka u pokretu, na koju ne djeluje nijedna sila, nepromijenjenom brzinom kreće po pravcu, ne slaže više s odrazom svijeta u konveksnom zrcalu. Putanja bi, doduše, bila prava, no brzina bi ovisila o mjestu.

Geometrijski aksiomi ne govore, dakle, samo o prostornim odnosima, nego istovremeno govore i o mehaničkom ponašanju naših najkrućih tijela u kretanju. Pojam krutog geometrijskog prostornog lika mogao bi se shvatiti kao transcendentalni pojam koji bi se obrazovao neovisno o zbiljskim iskustvima i kojemu ona ne bi morala nužno odgovarati, kao što ni naša prirodna tijela u stvari ne odgovaraju sasvim onim pojmovima

koje smo apstrahirali putem indukcije. Imajući na umu takav, idealno koncipiran pojam krutosti, mogao bi neki dosljedan kantovac geometrijske aksiome smatrati apriornim stavovima koji su dati u transcendentalnom opažaju i koje se nikakvim iskustvom ne može potvrditi ili opovrći, jer se tek prema njima mora odlučiti da li neka prirodna tijela treba smatrati krutim tijelima. No, tada bismo morali ustvrditi da geometrijski aksiomi, shvati li ih se na taj način, uopće nisu sintetički stavovi u Kantovu smislu. Jer, u tom bi slučaju oni izricali samo ono što bi analitički proizlazilo iz pojma krutih geometrijskih, za mjerenje potrebnih likova, budući da bi se kao kruti likovi mogli priznati samo oni koji udovoljavaju spomenutim aksiomima.

Pridodamo li, međutim, geometrijskim aksiomima i stavove koji se odnose na mehanička svojstva prirodnih tijela, pa bio to samo stav o inerciji ili, pak, stav po kojem mehanička i fizikalna svojstva tijelâ pod ostalim jednakim uvjetima ne mogu ovisiti o mjestu na kojem se nalaze, tada će i takav sistem stavova dobiti stvarni sadržaj koji se iskustvom može potvrditi ili opovrći, ali se upravo zato iskustvom može i dobiti.

Nije mi, inače, namjera da ustvrdim kako su ljudi prostorne opažaje, koji odgovaraju Euklidovim aksiomima, zadobili tek brižljivo izvedenim sistemima točnih geometrijskih mjerenja. Prije će biti da je niz svakodnevnih iskustava, osobito opažanje geometrijske sličnosti velikih i malih tijela koje je moguće samo u ravnom prostoru, dovelo do toga da se svaki geometrijski opažaj, koji je protuslovio toj činjenici, odbaci kao nemoguć. Za to nije bila potrebna spoznaja pojmovne veze opažene činjenice geometrijske sličnosti i aksioma, nego samo opažajna spoznaja tipičnih situacija do koje se došlo brižljivim i točnim opažanjima prostornih odnosa; takav opažaj, kakav primjerice umjetnik ima o predmetima koje želi prikazati i pomoću kojeg on sa sigurnošću i preciznošću odlučuje da li pokušana nova kombinacija odgovara prirodi predmetâ koje treba prikazati ili, pak, ne odgovara. U našem jeziku mi to i ne znamo drukčije označiti nego riječju *Anschauung;* to je pamćenjem stečeno empirijsko znanje, nastalo na osnovi gomilanja i potkrepljivanja utisaka koji se uvijek iznova javljaju u jednakom obliku, a ne neki transcendentalni oblik opažanja koji je dat prije bilo kakva iskustva. Na ovome mjestu ne trebam dalje raspravljati o tome da su takvi, empirijski stečeni, ali do jasnoće još eksplicitno nedovedeni opažaji nekog tipičnog zakonitog ponašanja metafizičarima i prečesto imponirali kao apriorni stavovi.

Ernst Mach

EKONOMIČNA PRIRODA FIZIKALNOG ISTRAŽIVANJA[1]

Ako mišljenje pokušava da svojim ograničenim sredstvima odrazi raznolik život svijeta, kojega je ono samo jedan mali dio tako da se i ne može nadati da će ga iscrpsti, tada ono ima razloga da štedi svoje snage. Odatle i nastojanje filozofije svakog doba da s malim brojem organski raščlanjenih misli obuhvati temeljne značajke zbilje. „Život ne razumije smrt, a smrt ne razumije život.“ Riječi su to starog filozofa. Želeći smanjiti broj svega onog što je nepojmljivo, ljudi su se ipak trudili da smrt shvate pomoću života, a život pomoću smrti.

U starih ćemo kulturnih naroda naći prirodu ispunjenu demonima koji se doimaju kao ljudi. *Animistički* nazor o prirodi, kako ga je s pravom nazvao kulturolog Tylor[2], dijeli fetiški crnac današnje Afrike u biti s visokorazvijenim narodima staroga vijeka. Takav se nazor nikada nije sasvim izgubio, a nije potpuno prevladan ni u židovskom ili kršćanskom monoteizmu. U praznovjerju i vjerovanju u vještice *16.* i *17.* stoljeća poprima on čak i prijeteće patološke dimenzije, dakle u vrijeme velikoga poleta prirodnih znanosti. Dok Stevin, Kepler i Galilei oprezno slažu opeke stvarajući današnje zdanje prirodnih znanosti, s okrutnošću se i užasom kreće u boj, kolcem i lomačom, protiv đavla koji odasvud vreba. Pa čak i danas, ne uzimajući u obzir ostatke iz onog doba, ne uzimajući u obzir tragove fetišizma u našim fizikalnim pojmovima[3], žive te predodžbe i dalje, iako latentno i u strahu, u smušenoj raboti modernih spiritista.

---

[1] Predavanje održano na svečanoj sjednici carske Akademije znanosti u Beču 25. maja 1882 — Usp. „Erhaltung der Arbeit“, nadalje „Mechanik“ i članak I, osobito str. 16.

[2] „Die Anfänge der Kultur“, Leipzig 1873.

[3] Tylor, *op. cit.*

Pored toga animističkog nazora s vremena na vrijeme se u svojim različitim oblicima, od Demokrita do danas, pojavljuje nazor s pretenzijom da svijet jedino pojmi, nazor koji ćemo nazvati *fizikalno-mehaničkim*. Van svake je sumnje da je to danas vodeći nazor i da on određuje ideale i karakter našega vremena. Bio je to velik pokret kulturnoga otrežnjenja i njime je čovječanstvo u XVIII stoljeću došlo do svoje pune svijesti. Taj je pokret dao svijetao primjer čovjeka dostojna života na prevladavanju staroga barbarstva na praktičnom području; on je stvorio i kritiku čistog uma koja je pojmovne utvare stare metafizike prognala u carstvo sjena; naposljetku, pokret je fizikalno-mehaničkome nazoru o prirodi dao uzde u ruke kojima on i danas upravlja.

Poput ushićene zdravice znanstvenome radu XVIII stoljeća zvuče nam često spominjane riječi velikog Laplacea[4]. „Nekoj bi inteligenciji, kojoj bi se na trenutak dale sve sile prirode i međusobni položaji svih masā i koja bi inače bila dovoljno obuhvatna da te podatke podvrgne analizi, bilo moguće da istom formulom pojmi kretanje i najvećih masa i najmanjih atoma; ništa joj ne bi bilo neizvjesno, i budućnost i prošlost bi se otvorile pred njezinim očima." Laplace je, što se može dokazati, tim riječima mislio i na atome mozga. Još su konkretnije to učinili neki njegovi sljedbenici, a Laplaceov ideal zacijelo nije stran ni pretežnoj većini današnjih prirodoznanstvenika.

Rado ćemo tvorcu one *mécanique céleste* priznati uzvišen osjećaj koji u njemu pobuđuje sve snažniji pokret prosvetiteljstva, pokret kojem i mi zahvaljujemo svoju duhovnu slobodu. Danas, međutim, u mirnijem raspoloženju i našavši se pred novim zadacima, dolikuje fizikalnom istraživanju da se *spoznavanjem svoje prirode zaštiti od samoobmane kako bi* na taj način još pouzdanije moglo slijediti svoje istinske ciljeve. Ukoliko bih u svojoj raspravi koja će uslijediti, i za koju molim vašu pozornost, prekoračio katkada uže granice svoga područja i stupio na blisko mu susjedno, tada će mi zacijelo isprikom poslužiti to što je ta *materija* svim područjima zajednička i što nekih jasnih i stabilnih kamena-međaša uopće nema.

Vjerovanje u tajne magične sile u prirodi vremenom je nestalo; zato se, međutim, proširila jedna nova vjera, vjera u

[4] „Essai philosophique sur les probabilités", 6me ed. Pariz 1840, str. 4. *U ovoj formulaciji nedostaje nužno uzimanje u obzir početnih brzina.*

čarobnu snagu znanosti. Jer, ona nije poput neke ćudljive vile, koja pomaže jedino povlaštenima, ona cijelom čovječanstvu daruje blaga kakva ne može izmisliti nijedna bajka. Stoga i nije čudno što štovaoci znanosti izvan njezinih krugova vjeruju da ona može protumačiti i nedokučive, našim osjetilima nedostupne tajne prirode. No znanost, rođena radi objašnjenja svijeta, mirno može odbiti svaku mističnu tamu, svaki blještav privid, koji joj nije potreban za opravdavanje njezinih ciljeva i kićenje njezinih očitih dostignuća.

Skromni će nam počeci znanosti ponajbolje razjasniti njezinu jednostavnu, svagda jednaku bit. Svoje prve spoznaje o prirodi stječe čovjek polusvjesno i nehotimično time što činjenice instinktivno pretvara i oblikuje u misli, što tromije iskustvo nadopunjuje bržom, pokretljivijom mišlju, isprva samo radi materijalnih koristi. On, kao i životinja na šum u šipražju, konstruira neprijatelja kojega se boji, u mislima si predočuje jezgru ploda koji traži prema njegovoj kori, kao što si i mi materiju predočujemo prema spektralnoj liniji, a električnu iskru prema trenju stakla. Poznavanje kauzalnosti u tome obliku zacijelo je duboko ispod razine koju doseže Schopenhauerov omiljeni pas kojemu je njegov vlasnik pripisivao to znanje. Ono seže i kroz cio životinjski svijet i potvrđuje riječ toga snažnog mislioca o *volji* koja je intelekt stvorila u svoje svrhe. Te prve psihičke funkcije nisu u ekonomiji organizma ukorijenjene ništa manje od kretanja i probave. Tko će poreći da u njima osjećamo i elementarnu snagu neke davno izvršene logičke i fiziološke radnje koju smo naslijedili od svojih predaka?

Ti prvi spoznajni akti obrazuju još i danas najjaču osnovu svekolikoga znanstvenog mišljenja. Naša nam se instinktivna znanja, kako ćemo ih kratko nazvati, upravo zahvaljujući uvjerenju, da mi svjesno i hotimično njima nismo ništa pridonijeli, nameću takvim autoritetom i logičkom silom koji nikada ne dosižu znanja koja su svjesno i hotimično usvojena iz dobro poznata izvora čiju je pogrešnost lako utvrditi. Svi takozvani aksiomi takve su instinktivne spoznaje. Velikog istraživača ne čini samo ono što je stekao svojom sviješću, nego i vrlo jak intelektualni instinkt koji je povezan sa znatnom pojmovnom snagom. Najveći su koraci napretka činjeni uvijek kada bi uspijevalo da se ono, što je instinktivno spoznato još mnogo ranije, dovede u jasan, pojmljiv i priopćiv oblik i tako ostavi čovječanstvu u trajno vlasništvo. Newtonovim stavom o jednakosti tlaka i protutlaka, čiju ispravnost svatko osjeća, no koji nitko prije njega nije pojmovno sažeo, mehanika je odjednom podignuta na viši stupanj. Ova bi se tvrdnja

lako mogla historijski opravdati i na znanstvenim djelima Stevina, S. Carnota, Faradaya, J. R. Mayera i drugih.

Ono o čemu smo dosad govorili tiče se tla iz kojega znanost niče. Njezini stvarni počeci nastupaju tek u društvu, a osobito u obrtu, i to s pojavom nužnosti da se iskustvo priopći. Tek se tada, kao što su to već osjetili neki autori, rađa nužda da se važne i bitne karakteristike nekoga iskustva jasno dovedu do svijesti u svrhu označivanja i prenošenja. Onome što nazivamo nastavom jedina je svrha da uštedi iskustvo jednome čovjeku iskustvom nekoga drugog.

Najbolja se ekonomija saopćavanja nalazi u jeziku. Same riječi se mogu usporediti s lijevanim štamparskim slogom koji, uštеđujući ponavljanje pisanih znakova, služi u najrazličitije svrhe, slično onome malom broju glasova iz kojih se tvore najrazličitije riječi. Jezik, a i pojmovno mišljenje koje, fiksirajući ono najvažnije i zanemarujući nevažno, stoji s njim u međusobnoj vezi, slažu, kao da se radi o mozaiku, grube slike promjenljiva svijeta, pri čemu se, doduše, žrtvuje točnost i vjernost, ali se zato štedi na sredstvima i radu. Poput pijanista kojemu su tonovi *jednom* pripremljeni, pobuđuje i govornik u slušača misli koje su *jednom* pripremljene za mnoge prilike, misli koje se odazivaju na govornikov poziv brzo i uz malo truda.

Načela, koja prema uglednome ekonomistu E. Hermannu važe u ekonomiji tehnike, nalaze punu primjenu i na području običnih i na području znanstvenih pojmova. Ekonomija jezika u znanstvenoj je terminologiji, dakle, na višem stupnju. A što se, pak, tiče ekonomije pismenoga saopćavanja, jedva da se i može sumnjati da znanost neće ostvariti lijep stari san filozofā o internacionalnom i univerzalnom pojmovnome pismu. To vrijeme nije više daleko. Brojčani znaci, znaci matematičke analize, kemijski simboli, muzičko notno pismo, koje bi se lako moglo dopuniti odgovarajućim pismom bojā, Brückeovo fonetsko pismo značajni su počeci. Oni će, konzekventno razrađivani i povezivani s onim što uči postojeće kinesko pojmovno pismo, učiniti izlišnim pronalaženje i dekretiranje nekoga univerzalnog pisma[5].

Znanstveno saopćenje sadrži svagda opis, tj. reprodukciju nekog iskustva u mislima koji treba *nadomjestiti* i, prema

[5] [Razumije se po sebi da izvođenje *Leibnizove* misli o pazigrafiji ili općoj ideografiji pretpostavlja dovoljno jasan i određen pojmovni sistem na dostatnom stupnju razvoja. U tome se upravo i sastoji najveća poteškoća. Kada se razvojem znanosti taj preduvjet ispuni, bit će izvediva i pazigrafija. A *G. Peano* je u Torinu već zaista i zasnovao ideografiju za područje matematike. Usp. s tim u vezi izvještaj *L. Couturata* u Bulletin des Sciences Mathematiques, 1902]

tome, *uštedjeti* to iskustvo. Radi uštede rada u nastavi i učenju nastaje i *sažeti* opis. Ništa drugo nisu ni prirodni zakoni. Ako, primjerice, zapamtimo gravitacijsko ubrzanje i Galilejev zakon slobodnoga pada, imat ćemo vrlo jednostavan i sažet naputak da svaki slobodan pad reproduciramo u mislima. Takva će formula biti potpun nadomjestak za neku vrlo veliku tabelu koja se tom formulom u svakome trenutku može vrlo lako sastaviti bez ikakvog opterećivanja pamćenja.

Različite slučajeve loma svjetlosti ne bi nitko mogao memorirati. Zapamtimo li, međutim, indekse loma za parove medija koji se pojavljuju i poznat sinusni zakon, moći ćemo bilo koji slučaj loma reproducirati bez ikakvih poteškoća ili, pak, upotpuniti u mislima. Prednost je pri tom u rasterećivanju memorije koja se još jedino oslanja na pismeno pohranjivanje konstanti. Takav prirodni zakon ne sadrži ništa drugo do cjelovit i sažet izvještaj o činjenicama. On, čak, sadrži uvijek i manje od činjenice same, jer ne reproducira čitavu činjenicu, već samo onu njezinu stranu koja nam je važna, a namjerno ili nužno odustaje od cjelovitosti. Prirodni su zakoni usporedivi s intelektualnim, dijelom pokretnim, a dijelom i stereotipnim štamparskim slogovima višega reda koji nakon usvajanja novih iskustava mogu često postati i smetnjom.

Kada po prvi puta promotrimo neko područje činjenica, učinit će nam se ono raznolikim, nejednoličnim, zamršenim i proturječnim. Isprva će nam uspjeti jedino da utvrdimo svaku činjenicu pojedinačno bez uviđanja njihove veze s drugima. To nam je područje, kako obično kažemo, *nejasno*. Vremenom, međutim, pronalazimo jednostavne, ponovljive elemente mozaika od kojih se potom u mislima može sklopiti cijelo to područje. Dođemo li do stupnja na kojem posvuda u raznolikosti prepoznajemo *iste* činjenice, nećemo se više na tome području osjećati stranima, promatrat ćemo ga bez napora, bit će nam *razjašnjeno*.

Dopustite mi da to pojasnim na jednome primjeru. Tek što smo shvatili da se svjetlost rasprostire pravolinijski, uobičajeni će se tok misli suočiti s lomom i ogibom. Tek što pomislimo da ćemo izići nakraj s jednim indeksom loma, uvidjet ćemo da je za svaku boju nužan *poseban* indeks. Priučimo li se na to da se svjetlina pojačava dodavanjem svjetlosti, primijetit ćemo odjednom slučaj zamračenja. Naposljetku ćemo, međutim, u pretežnoj raznolikosti svjetlosnih pojava posvuda spoznati činjenicu prostorne i vremenske periodičnosti svjetlosti i njezine brzine rasprostiranja koja ovisi o mediju i periodu. Ovaj se cilj, naime dobiti pregled nad nekim područjem uz najmanji napor i reproducirati sve činjenice putem *jednog*

procesa mišljenja, s punim pravom može nazvati ekonomičnim.

Ekonomičnost je misli najrazvijenija upravo u znanosti koja je dostigla najviši formalni razvoj, kojom se neobično često ispomaže i prirodna znanost, naime u matematici. Koliko god to čudno zvučalo, snaga matematike temelji se na izbjegavanju svih nepotrebnih misli, na najvećoj mogućoj ekonomičnosti u operacijama mišljenja. Već i redni znakovi, koje nazivamo brojevima, tvore sistem začudne jednostavnosti i ekonomičnosti. Kada pri množenju nekoga višeznamenkastoga broja upotrebom tablice množenja primjenjujemo rezultate već izračunatih operacija brojanja umjesto da ih svaki put ponavljamo, kada pri upotrebi logaritamskih tablica zadate operacije brojanja nadomještamo i prištedujemo već davno provedenima, kada upotrebljavamo determinante umjesto da rješavanje nekog sistema jednadžbi započinjemo uvijek iznova, kada nove izraze za integrale rastavljamo u davno poznate, u svemu ćemo tome vidjeti samo jedan slabi odraz duhovne djelatnosti jednoga Lagrangea ili Cauchyja koji pronicavošću vojskovođe radi provođenja novih operacija uvode mnoštva prije ostvarenih. Neće nam se prigovoriti ako ustvrdimo da su najelementarnija i najviša matematika u stvari ekonomično poredano, za upotrebu spremno *iskustvo brojanja.*

U algebri jednom zauvijek provodimo što je moguće više operacija istog oblika tako da za svaki poseban slučaj još jedino ostaje preostatak rada. Do upotrebe algebarskih i analitičkih znakova, koji su jedino simboli operacija koje valja provesti, dolazi uslijed opažanja da se glavu može rasteretiti i štedjeti za važnije, teže funkcije, a da se jedan dio rada koji se mehanički ponavlja može prenijeti na ruku. Samo je jedna konzekvenca te metode, koja označava njezin ekonomični karakter, konstrukcija strojeva za računanje. Izumitelj jednoga takvog stroja, matematičar Babbage, prvi je jasno spoznao tu vezu i osvrnuo se na nju, iako površno, u svome djelu o biti strojeva i tvornica.

Matematičara znade gdjekad proći neugodan osjećaj da ga njegova znanost, pa čak i njegova olovka, nadmašuju u mudrosti, a toga se utiska po vlastitu priznanju nije mogao riješiti ni veliki Euler. Taj je osjećaj na stanovit način i opravdan imamo li na umu s koliko mi tuđih, često i stoljećima starih misli operiramo na najprisniji način. U znanosti smo jednim dijelom zaista suočeni s *tuđom* inteligencijom. Spoznajom takvoga činjeničnog stanja blijedi, međutim, i ono mistično i magično toga utiska, pogotovo što svaku tuđu misao možemo reproducirati kada god nam se to prohtije.

Fizika je ekonomično sređeno iskustvo. Time se redom ne omogućuje samo preglednost onoga čime smo već ovladali, nego se jasno vide i rupe i poželjne dopune kao u nekome dobro vođenu kućanstvu. Fizici je, kao i matematici, osoben i sažet opis, kratko i sažeto označavanje pojmova koje isključuje svaku zbrku, pojmova od kojih poneki sadrži mnoge druge pojmove, a da pri tom nemamo utisak da nas to opterećuje. No, u svakom se trenutku taj bogati sadržaj može izvaditi i razviti do pune osjetilne jasnoće. Koliko samo sređenih i za upotrebu spremnih misli sadrži u sebi, na primjer, pojam potencijala. Nije čudno, naposljetku, što se s pojmovima, koji već sadrže mnogo gotova rada, može tako jednostavno operirati.

Iz ekonomičnosti samoodržanja proizlaze, dakle, prve spoznaje. Iskustva *mnogih* pojedinaca, koja su jednom morala stvarno biti proživljena, saopćenjem se prikupljaju u *jedno*. I saopćenje, a i potreba pojedinca da svojim zbirom iskustava ovlada uz što manji intelektualni napor, iziskuju stvaranje ekonomičnoga reda. Time je iscrpljena i sva ona zagonetna moć znanosti. Ona nam u detaljima ne može ponuditi ništa što ne bi bilo tko mogao pronaći u dovoljno dugome vremenskom razmaku bez bilo kakve metode. Svaki se zadatak u matematici može riješiti direktnim brojanjem. Ima, međutim, operacija brojanja koje se sada mogu obaviti za nekoliko minuta, a za koje bez primjene metode ne bi bio dostatan niti cio jedan ljudski život. Kao što neki čovjek, upućen samo na *svoj* rad, nikada neće skupiti neki osobit imetak, nego je gomilanje rada mnogih ljudi u jednoj ruci preduvjet bogatstva i moći, tako se u ograničenu vremenu i uz ograničenu snagu može neko spomena vrijedno znanje zadobiti jedino osobitom štedljivošću u mišljenju, samo prikupljanjem u *jednoj* glavi ekonomično sređenog iskustva tisuća ljudi. Tako, dakle, sve ono što bi se moglo pričinjati magijom, kao što je to često slučaj u građanskom životu, nije ništa drugo do uzorna ekonomičnost. No ekonomičnost znanosti ima pred drugima tu prednost da gomilanjem *njezinih* bogatstava nitko neće otrpjeti ni najmanji gubitak. U tome i jest njezina dobrobit, njezina oslobođajuća, spasonosna snaga.

Spoznaja ekonomične prirode znanosti može nam sada općenito pomoći da lakše ocijenimo neke fizikalne pojmove. Ono što nazivamo *uzrokom* i *posljedicom* istaknute su značajke iskustva koje su važne za naše misaono reproduciranje. Njihovo značenje blijedi i prelazi na druge, nove značajke čim

se neko iskustvo uobičaji. Ukoliko nam se spoj tih osobina ukaže kao nužnost, bit će to zbog toga što nam je često uspijevalo uključivanje otprije poznatih međučlanova koji za nas, dakle, imaju neki viši autoritet. *Gotovo* iskustvo u slaganju mozaika misli, kojim možemo pristupiti svakome novom slučaju, nazvao je Kant urođenim pojmom razuma.

Najpoznatiji se stavovi fizike, rastavimo li ih na njihove elemente, ni u čemu neće razlikovati od opisnih stavova prirodopisca. Pitanje „zašto", koje je svrsishodno posvuda gdje se radi o razjašnjavanju nekoga proturječja, može, kao i svaka druga svrsishodna navika, izaći van okvira svrhe i postaviti se i tamo gdje nema više ničeg što treba razumjeti.

Ako bismo prirodi htjeli pripisati osobinu da u jednakim okolnostima daje jednake posljedice, ne bismo znali pronaći te jednake okolnosti. Priroda postoji samo *jednom*. Samo naše shematsko reproduciranje proizvodi iste slučajeve. Samo u njemu, dakle, postoji ovisnost jednih značajki o drugima.

Svi bi naši napori da svijet odrazimo u mislima ostali bez ploda kada ne bi uspijevalo u šarolikoj mijeni pronaći *ono što ostaje*. Otuda i nastojanje za uvođenjem pojma supstancije čiji se izvor ne razlikuje od izvora modernih ideja o *održanju* energije. Povijest fizike daje mnoštvo primjera za taj nagon na skoro svim područjima i takve se ljupke izjave mogu slijediti sve do u dječju sobu. „Kamo odlazi svjetlo kada ga ugasimo i više nije u sobi?" Tako pita dijete. Iznenadno ispuhavanje vodikova balona djetetu je neshvatljivo; ono posvuda traži ono veliko tijelo koje je do maloprije bilo ovdje. „Odakle dolazi toplina?" „Kuda odlazi toplina?" Ovakva dječja pitanja u ustima odraslih određuju karakter ovoga stoljeća.

Odvojimo li u mislima neko tijelo od promjenljive okoline u kojoj se ono kreće, odvojit ćemo zapravo samo skupinu osjetā razmjerno veće *postojanosti,* za koju vezujemo svoje mišljenje, iz lelujanja osjetā. Ta skupina ne posjeduje apsolutnu nepromjenljivost. Sada će ovaj, a sada onaj član te skupine nestajati i vraćati se ili se pojavljivati izmijenjen, a u punoj se istosti zapravo nikada neće vraćati. Ipak će suma stalnih prema promjenljivim članovima, osobito ako obratimo pažnju na kontinuiranost tog prijelaza, biti uvijek tako velikom da će nam se činiti dostatnom za priznavanje tijela kao *istoga*. Budući da iz skupine možemo izlučiti bilo koji pojedinačni član, a da tijelo ne prestane za nas biti isto, moći ćemo lako povjerovati da bi i kod isključivanja *svih* članova još uvijek nešto ostalo, povrh onih članova. Može se tako dogoditi da dođemo do misli o nekoj, od svojih značajki različitoj sup-

stanciji, nekoj „stvari po sebi" za čije bi osobine simboli bili osjeti. Morat ćemo, obratno od toga, reći da su tijela ili stvari skraćeni misaoni simboli za skupine osjetā, simboli koji ne postoje van našega mišljenja. Tako će i svaki trgovac etiketu na sanduku smatrati simbolom sadržaja sanduka, a ne obrnuto. Realnu će vrijednost on podavati sadržaju, a ne etiketi. Ista ona štedljivost koja nas navodi da neku skupinu raščlanimo i na mjesto njezinih sastavnih dijelova, sadržanih i u drugim skupinama, postavimo *posebne* simbole, može nas natjerati da i čitavu skupinu označimo *jednim* simbolom.

Na starim egipatskim spomenicima vidjet ćemo slike koje ne odgovaraju *jednom* vizualnom opažanju, već su sastavljene od različitih opažanja. Glave i noge figurā pojavljuju se u profilu, dok su pokrov za glavu i prsa gledani sprijeda itd. Radi se, takoreći, o srednjem pogledu kojim je umjetnik utvrdio ono što mu je važno, a nevažno je zanemario. Okamenjene scene sa zidova hrama možemo uživo promatrati na crtežima naše djece, a analogon istoga toga i u našim glavama prilikom obrazovanja pojmova. Samo uslijed te vještine gledanja moći ćemo govoriti o *jednome* tijelu. Ako govorimo o nekoj kocki kojoj smo odrezali uglove premda to više nije kocka, uzrok tome bit će prirodna štedljivost koja radije gotovoj, uobičajenoj predodžbi dodaje korekturu nego da stvori sasvim novu. Svekoliko rasuđivanje zasniva se na tome postupku.

Slike Egipćana i dječji crteži ne mogu se oduprijeti kritičkom pogledu. Isto se to događa i sirovoj predodžbi o nekome tijelu. Fizičar koji vidi kako se neko tijelo savija, širi, topi i isparuje, razlaže ga u manje stalne dijelove, a kemičar ga razlaže na elemente. Nije nepromjenljiv čak ni element kao što je natrij. Iz meke, srebrnastosjajne mase dobijemo zagrijavanjem tekuću masu koja se na višoj temperaturi i uz isključenje zraka pretvara u ljubičastu paru ispred natrijeve svjetiljke, a daljnjim zagrijavanjem isijavat će žutu svjetlost. Ako se i tada zadrži ime natrij, dogodit će se to zbog kontinuiranosti prijelaza i nužne štedljivosti. Para se može kondenzirati i opet ćemo imati bijelu kovinu. Čak se mogu odgovarajućim postupkom, nakon što kovina u spoju s vodom prijeđe u natrijev hidroksid, ponovo pojaviti i posve iščezle osobine, kao što i neko tijelo, koje je u kretanju jedno vrijeme pokriveno nekim stupom, može opet postati vidljivim. Nema sumnje da je svrsishodno da se uvijek drži u pripravnosti ime i misao za neku skupinu svojstava gdje god se ona mogla pojaviti. No, to ime i ta misao nisu drugo do ekonomičan, skraćeni simbol za te pojave. Bila bi to, međutim, prazna riječ za svakoga u kome ne bi pobuđivala cio niz sređenih osjetilnih

utisaka. A slično važi i za molekule i atome iz kojih se sastoji kemijski element.

Na održanje težine ili, točnije, na održanje mase običava se gledati kao na direktan dokaz o postojanosti materije. Samo taj će se dokaz, krenemo li na temeljito ispitivanje, rasplinuti u takvo mnoštvo instrumentalnih i intelektualnih operacija da će jamačno konstatirati samo jednu *jednadžbu* kojoj će naše predodžbe, reproducirajući činjenice, morati udovoljiti. Tamni grumen, na koji i nehotice pri tome pomišljamo, uzalud ćemo tražiti izvan našega mišljenja[6].

Posvuda je, dakle, grubi pojam supstancije takav da se neopazice uvlači u znanost, da se uvijek pokazuje nedostatnim i uvijek se mora povlačiti u sve manje dijelove svijeta. Niži *stupanj neće biti učinjen nepotrebnim od strane višeg na kojemu* se zasniva, kao što ni pojavom najsavršenijih transportnih sredstava ne postaje suvišnim hodanje kao najjednostavnije kretanje. Kada fizičar hoće dodirnuti neko tijelo, ono mu, kao osjetima prostora povezana suma osjetā svjetla i opipa. mora biti poznato kao i životinji koja lovi plijen. No, onaj koji proučava spoznajnu teoriju smije, kao što to čine geolog i astronom, od procesā koji mu se zbivaju pred očima, zaključivati o nečemu što nalazi gotovim.

Svi su fizikalni stavovi i pojmovi skraćene upute, koje u sebi opet sadržavaju druge upute o ekonomično sređenim, za upotrebu spremnim iskustvima. Kratkoća može takvim uputama, čiji će se sadržaj rijetko moći sasvim iznijeti, davati katkada i privid samostalnoga bića. Ovdje se, međutim, ne želimo zabaviti poetskim mitovima kakvi, primjerice, postoje o vremenu koje sve rađa i potom sve guta. Želimo se jedino podsjetiti da još Newton govori o *apsolutnome*, o svim pojavama neovisnom vremenu, kao što govori i o apsolutnom prostoru, a dalje od tih nazora nije otišao ni sam Kant, nazora *koji se još i danas gdjekad ozbiljno* pretresaju. Za prirodoznanstvenike svako je vremensko određenje skraćena oznaka za ovisnost jedne pojave o nekoj drugoj, i ništa više. Kada kažemo da ubrzanje nekoga tijela u slobodnom padu iznosi 9,81 m u sekundi, to znači da je brzina tijela prema središtu Zemlje za 9,81 m veća ako je Zemlja učinila 1/86400 svog okretaja više, što se opet može spoznati samo iz njezina odnosa prema drugim nebeskim tijelima. U brzini je sadržan samo jedan odnos položaja tijela prema položaju Zemlje[7]. Umjesto da ih

---

[6] Pod naslovom „Prevladavanje znanstvenoga materijalizma" kasnije su prikazana slična razmišljanja W. Ostwalda.

[7] Odavde proizlazi da svi takozvani elementarni zakoni uvijek imaju i odnos prema cjelini.

dovodimo u odnos sa Zemljom, možemo sve pojave dovesti u odnos sa satom ili sa svojim unutrašnjim osjećajem vremena. Kako postoji uzajamna veza sviju njih, a svaka može biti mjerilom ostalih, lako dolazi do zablude da vrijeme ima nekog smisla neovisno o svima njima[8].

Naše istraživanje traga za jednadžbama koje postoje među elementima pojava. Jednadžba elipse izražava općenitiji *zamisliv* odnos među koordinatama od kojih samo realne vrijednosti imaju *geometrijski smisao*. Tako i jednadžbe među elementima pojava izražavaju općenitiji, matematički zamisliv odnos, međutim, u fizici je moguć samo određen smisao promjene nekih vrijednosti. Kao što se u elipsi pojavljuju samo određene vrijednosti koje su u skladu s jednadžbom, tako se i u svijetu pojavljuju samo određene *promjene vrijednosti*. Tijela padaju sve brže što su bliže zemlji, bez vanjskog utjecaja temperaturne su razlike sve *manje* itd. I u vezi s prostorom koji nam je dat, matematička su i fiziološka istraživanja pokazala da je on jedan *zbiljski* među mnogim *zamislivim* slučajevima, o čijim nas osobitostima može poučiti jedino iskustvo. Razjašnjenje koje ova misao donosi ne može se dovesti u sumnju, bez obzira kako bi monstruozna mogla biti njezina primjena.

Pokušajmo sada sažeti naše razmatranje. U ekonomičnom shematiziranju znanosti nalazi se njezina snaga, ali i njezini nedostaci. Činjenice se uvijek prikazuju uz stanovit gubitak cjelovitosti, ništa točnije nego što to odgovara našim trenutnim potrebama. Sve dok su mišljenje i iskustvo razdvojeni, postojat će među njima inkongruencija; ona će se jedino postupno smanjivati.

U zbilji se uvijek radi samo o dopuni nekoga djelomičnog iskustva, o izvođenju jednog dijela pojave iz nekoga drugog. Naše se predodžbe pri tom direktno moraju oslanjati na osjete. To nazivamo mjerenjem. Kao i nastanak, i primjena znanosti stoji u vezi s velikom postojanošću naše okoline. Ona nas u stvari uči o uzajamnoj ovisnosti. Odatle apsolutna proročanstva i nemaju znanstvenoga smisla. Velikim promjenama u svemiru izgubili bismo i naš prostorni i vremenski koordinatni sistem.

Kada geometar želi ustanoviti oblik neke krivulje, on će je prvo dobro rastaviti na male pravocrtne elemente. On, međutim, dobro zna da je to samo privremeno, proizvoljno sred-

---

[8] Ako bi se prigovorilo da bismo to mogli primijetiti, a da ne izgubimo mjeru za vrijeme, nego bismo, recimo, umjesto toga mogli uzeti trajanje titranja natrijevih svjetlosnih valova, ako bi brzina rotacije Zemlje bila podložna oscilacijama, tada bismo time pokazali jedino da smo iz praktičnih razloga izabrali onu pojavu koja može poslužiti kao *najjednostavnije* zajedničko mjerilo.

stvo kojim se u dijelovima može obuhvatiti ono što inače nije moguće odjednom. Čim se otkrije zakon krivulje, on više neće niti pomišljati na njezine elemente. Ne bi stoga pristajalo niti prirodnoj znanosti da u svojim samostvorenim promjenljivim, ekonomičnim sredstvima, molekulama i atomima, vidi realitete iza svake pojave, i zaboravljajući pritom na nedavno stečen, mudar oprez svoje odvažnije sestre, filozofije, da na mjesto animističke ili metafizičke postavi *mehaničku mitologiju* i da time stvori nekakve *lažne* probleme. Atom može ipak ostati sredstvom prikazivanja pojava, kao i funkcije u matematici. Ali, vremenom, kako raste intelektualna zrelost njezine materije, prirodna će znanost napustiti slaganje mozaika od kamenčića i pokušati da ustanovi granice i oblike korita kojim teče živa struja pojava. *Najekonomičniji, najjednostavniji pojmovni izraz činjenicâ spoznaje ona kao svoj cilj.*

Sada ćemo se okrenuti pitanju o tomu da li ista metoda istraživanja, koju smo dosada prešutno ograničavali na fizički svijet, seže i na područja psihičkoga. Prirodoznanstveniku se ovo pitanje pričinja nepotrebnim. Fizikalna i psihološka učenja proizlaze na potpuno isti način iz instinktivnih spoznaja. Iz onoga što ljudi čine i kakav im je izraz lica možemo pročitati njihove misli, a da i ne znamo kako. Kao što predviđamo ponašanje magnetske igle pored struje, tako što u njoj zamišljamo Ampèreovog plivača, isto tako u mislima predviđamo radnje ljudi tako što osjete, osjećaje i želje, koje su vezane uz njihovo tijelo, uzimamo kao slične našima. Ono što činimo instinktivno moralo bi nam izgledati poput najfinijega znanstvenog zahvata koji bi po značenju i genijalnoj koncepciji uvelike premašivao Ampéreovo pravilo plivača, kada ga nesvjesno ne bi činilo svako dijete. Može se, dakle, raditi samo o tome da se znanstveno, tj. pojmovno shvati ono što nam je već ionako poznato. A tu valja svakako mnogo toga učiniti. Valja otkriti cio niz činjenica između fizike izraza lica i pokreta s jedne i osjeta i misli s druge strane.

„Ali kako je moguće da se kretanjima atoma mozga objasni osjet?" Ovakva nam se pitanja postavljaju. To jamačno nikada neće dovesti do uspjeha, kao što ni iz zakona loma nikada neće proizaći svijetljenje i grijanje svjetlosti. Ne trebamo žaliti zbog nepostojanja smislenog odgovora na takva pitanja. Tu, naime, niti ne postoji nikakav problem. Nagnuvši se preko ograde gradskih zidina, upire dijete sa čuđenjem pogled u zaštitni jarak i primjećuje dolje ljude te, ne znajući za pokretni most, ne može pojmiti kako su oni sišli s visokih

zidina. Tako je i s fizikalnim pojmovima. Pomoću naših apstrakcija ne možemo se uspeti u psihologiju — no možemo se u nju spustiti.

Promotrimo bez predrasuda stanje stvari. Svijet se sastoji od boja, zvukova, toplinā, tlakova, prostorā, vremenā itd., koje *sada* nećemo nazvati niti *osjetima* ni *pojavama* budući da se u oba imena već nalazi jednostrana, proizvoljna teorija. Nazovimo ih jednostavno *elementima*. Utvrđivanje toka tih elemenata, bilo to posredno ili neposredno, stvarni je cilj prirodne znanosti. Sve dok se, ne obazirući se na vlastito tijelo, bavimo *uzajamnom* ovisnošću onih grupa elemenata koje sačinjavaju *strana* tijela, uključujući ljude i životinje, ostajemo fizičari. Istraživat ćemo, primjerice promjenu crvene boje nekoga tijela promjenom osvjetljenja. Ali dok promatramo poseban utjecaj onih elemenata na to crvenilo od kojih se sastoji naše tijelo koje se ističe poznatom perspektivom s nevidljivom glavom, nalazimo se na području fiziološke psihologije. Zatvorimo li oči, crvenilo će nestati, a s njim i cio vidljivi svijet. Tako se u opažajnom polju svakog osjetila nalazi jedan dio koji na sve ostale vrši drukčiji i jači utjecaj nego što to ona čine uzajamno. Time je sve rečeno. S tim u vezi označit ćemo *sve* elemente, smatramo li ih ovisnima o onome posebnom dijelu (našega tijela), kao *osjete*. U tome smislu nije dvojbeno da je svijet naš osjet. Da, međutim, iz ovoga privremenog tumačenja napravimo i sistem za život čijim robovima ostajemo, bit će nam isto tako nepotrebno kao i matematičaru kada neki niz varijabli neke funkcije za koji je prethodno pretpostavljeno da je konstantan, ponovo učini varijabilnim ili, pak, kada neovisnim varijablama zamjenjuje mjesta iako mu to gdjekad daje i iznenađujuće uvide[9].

Gleda li se na stvar tako naivno, neće nam se činiti dvojbenim da metoda psihološke fiziologije može biti samo fizikalna, pa čak i da ta znanost sama može postati dijelom fizike. Predmet te znanosti ne razlikuje se od predmeta fizike. Ona će zacijelo biti u stanju da odredi odnos osjetā prema fizici našeg tijela. Od jednog člana ove akademije već smo doznali da šestostrukoj raznolikosti osjetā boja, po svemu sudeći, odgo-

[9] Ovdje prikazano stajalište zastupam već oko dvije decenije i spominjao sam ga u nekoliko svojih radova („Erhaltung der Arbeit", 1872, „Gestalten der Flüssigkeit", 1872, „Bewegungsempfindungen", 1875). Ono nije strano filozofima, ali je strano većini prirodoznanstvenika. Tim više žalim što mi je sjećanje izblijedilo na naslov i autora jednoga malog spisa koji se u mnogim detaljima poklapao s mojim stavovima i koji sam površno pročitao u vrijeme svoga intenzivnog bavljenja (1879—80); svi moji pokušaji da to ponovo saznam ostali su do sada bez uspjeha.

vara šestostruka raznolikost kemijskoga procesa u supstanciji osjeta vida, a da trostrukoj raznolikosti osjetā prostora odgovara trostruka raznolikost fiziološkoga procesa. Slijedimo i otkrivamo putove refleksā i volje; određuje se, nadalje, koji dio mozga služi jeziku, a koji pokretima. Ono što se još tiče našeg tijela, tj. misli, neće više dovoditi do principijelno novih poteškoća. Kada se te činjenice jednom razjasne u iskustvu i kada ih znanost klasificira ekonomično i pregledno, onda više neće biti dvojbe da *ćemo ih i razumjeti. Jer, nekoga drugog* razumijevanja do li ovladavanja onim činjeničnim u mislima, nije nikada ni bilo. Znanost ne *stvara* jednu činjenicu iz druge, ali zato *sređuje* one poznate.

Promotrimo sad malo pobliže to psihološko-fiziološko istraživanje. Sasvim nam je jasna predodžba o tome kako se tijelo kreće u prostoru svoje okoline. Naš optički vidokrug poznat nam je. Obično, međutim, ne znamo reći kako smo došli na neku misao, iz kojega je ugla intelektualnog vidokruga ona izbila, niti što je taj impuls pokrenulo. Taj duhovni vidokrug nećemo nikada moći upoznati jedino samopromatranjem. To samopromatranje u zajednici s fiziološkim istraživanjem, koje traga za fizikalnim vezama, moći će nam pojasniti taj vidokrug i tek time nam zapravo otkriti čovjekov unutrašnji život.

Prirodna znanost ili fizika u najširem smislu upoznaje nas s najmoćnijim odnosima skupina elemenata. Na pojedine sastavne dijelove tih skupina nećemo isprva smjeti obratiti odveć veliku pažnju, ako nam je namjera da zadržimo neku obuhvatnu cjelinu. Umjesto da daje jednadžbe među primarnim varijablama, fizika, budući da joj je tako lakše, daje jednadžbe među njihovim funkcijama. Psihološka nas fiziologija uči da od tijela odvojimo ono vidljivo, čujno, dodirljivo pri čemu ona *to, uz značajnu pripomoć fizike, obilato nadoknađuje*, kao što se i vidi iz rasporeda fizikalnih poglavlja. Ono vidljivo razlaže fiziologija na osjete svjetla i prostora, prve, pak, dalje na boje, a druge na njihove sastavne dijelove; šumove razlaže na zvukove, njih, pak, na tonove itd. Nema sumnje da se ta analiza može provoditi i mnogo dalje no što je dosada bio slučaj. Bit će naposljetku čak moguće ukazati i na ono zajedničko, koje je u temelju vrlo apstraktnim, određenim logičnim radnjama istoga oblika i koje će osjetiti oštrouman pravnik ili matematičar s neobičnom izvjesnošću tamo gdje će neupućeni čuti samo prazne riječi. Riječju, fiziologija će nam otkriti pogled na realne elemente ovoga svijeta. Fiziološka se psihologija, dakle, odnosi prema fizici u najširem smislu kao kemija prema fizici u užem smislu. Mnogo većom od pomoći koju fizika pruža kemiji i obratno, bit će obostrano ispomaganje

prirodne znanosti i psihologije, a rezultati toga naizmjeničnog utjecaja zacijelo će uvelike nadmašiti one do kojih je došla današnja mehanička fizika.

Kojim ćemo pojmovima opisati svijet kada nam bude dostupan zatvoreni krug fizikalnih i psiholoških činjenica, a od *kojega mi zasada vidimo samo dva odvojena dijela, ne može* se, naravno, nikako reći na početku rada. Naći će se ljudi koji će spoznati istinu i skupiti hrabrosti da se, umjesto zamršenim stazama logičnoga historijskog slučaja, upute ravnim putovima u visine s kojih se može dobiti pregled nad čitavim tokom činjenica. Da li će i tada pojam, koji danas nazivamo *materijom,* osim svakodnevnog imati i neko znanstveno značenje, ne može se reći. Ali jamačno ćemo se začuditi kako su boje i tonovi, koji su nam bili najbliži, odjednom mogli nestati u našem fizikalnom svijetu atomā, kako smo se mogli iznenaditi da ono što napolju tako jednoliko klepeće i kucka, u glavi svijetli i pjeva, kako smo potom mogli pitati kako to da materija može *osjećati,* tj. kako to da misaoni simbol za neku skupinu osjetā osjeća?

Znanost budućnosti ne možemo ocrtati preciznim linijama. Možemo, međutim, naslutiti da će tada pomalo nestajati onaj kruti zid koji razdvaja čovjeka i svijet i da ljudi neće samo sebi, već da će cijeloj organskoj i tzv. mrtvoj prirodi pristupati srdačnije i s manje sebičnosti. Takva je slutnja prije dvije tisuće godina zacijelo obuzela i kineskog filozofa Liciusa kada je, pokazujući na neke stare ljudske kosti, svojim učenicima lapidarnim stilom, koji je diktiralo pojmovno pismo, rekao slijedeće riječi: „Samo one i ja raspolažemo spoznajom da nismo ni živi ni mrtvi."

Henri Poincaré

JE LI ZNANOST UMJETNA?

1. *Filozofija gosp. Le Roya*

To su brojni razlozi da budemo skeptični; treba li da taj skepticizam tjeramo do kraja ili da se zaustavimo na pola puta? Ići do kraja najzavodljivije je, najpogodnije rješenje i to je ono koje je usvojio znatan broj ljudi izgubivši nadu da će išta spasiti iz brodoloma.

Među spise koji se nadahnjuju tom tendencijom u prvome redu treba uvrstiti one gosp. Le Roya. Taj mislilac nije samo najzaslužniji filozof i pisac nego je stekao i produbljeno poznavanje egzaktnih i fizičkih znanosti i čak se iskazao dragocjenim sposobnostima otkrića u matematici.

Sažmimo u nekoliko riječi njegovo učenje koje je dalo povoda mnogobrojnim raspravama.

Znanost se sastoji samo od konvencija i jedino toj okolnosti ona duguje svoju prividnu izvjesnost; znanstvene činjenice i *a fortiori* zakoni umjetno su djelo učenjaka; znanost nas, dakle, ne može naučiti ništa o istini, ona nam samo može poslužiti kao pravilo za djelovanje.

U tome možemo prepoznati filozofsku teoriju poznatu pod imenom nominalizma; nije u toj teoriji sve pogrešno; treba joj sačuvati njezinu legitimnu domenu, ali je isto tako ne bi trebalo puštati da iz nje izađe.

Nije to sve; učenje gosp. Le Roya nije samo nominalističko. Ono ima još jedno svojstvo koje bez sumnje duguje utjecaju gosp. Bergsona: ono je antiintelektualističko. Za gosp. Le Roya intelekt deformira sve čega se dotakne a to je još istinitije u pogledu njegovog nužnog instrumenta „govora". Nema nikakve stvarnosti osim u našim nestalnim i promjenjivim dojmovima, a čak i ta stvarost iščezava čim je se dotakne.

A uza sve to gosp. Le Roy nije skeptik: ako on intelekt smatra neizlječivo nemoćnim, to je samo zato da bi veći udio

dao drugim izvorima spoznaje, na primjer srcu, osjećaju, nagonu ili vjeri.

Ma koliko bilo moje štovanje za talent gosp. Le Roya, ma kolika bila oštroumnost te teze, ja je u cjelini ne bih mogao prihvatiti. Svakako, u mnogo se točaka slažem s gosp. Le Royom i on je čak u potporu svog načina gledanja citirao različite odlomke iz mojih spisa kojih se ja nikako nisam voljan odreći. Zbog toga se samo još više smatram dužnim objasniti zašto ga ne mogu slijediti do kraja.

Gosp. Le Roy često se tuži da ga optužuju za skepticizam. Do toga je moralo dolaziti pa makar optužba i bila vjerojatno neopravdanom. Nije li to kako stvari izgledaju protiv njega? Nominalist po učenju ali realist po srcu, čini se da je apsolutnom nominalizmu izmakao samo jednim očajničkim činom vjere.

Antiintelektualistička filozofija, odričući se analize i „govora", baš se time osuđuje da bude neprenosiva, to je jedna u biti unutrašnja filozofija ili u najmanju ruku ono što se od nje može prenositi samo su negacije; pa kako da se onda čudimo što za jednog vanjskog promatrača ona poprima lik skepticizma?

U tome je slaba točka te filozofije; ako hoće ostati vjerna samoj sebi, ona iscrpljuje svoju moć u jednoj negaciji i u jednom uskliku entuzijazma. Tu negaciju i taj usklik svaki autor može ponavljati i varirati im oblik, ali da im ništa ne dodaje.

A opet, ne bi li bio dosljedniji da šuti? Recimo, vi ste napisali dugačke članke, za to je i te kako trebalo da se poslužite riječima. A niste li bili mnogo „diskurzivniji" i, prema tome, mnogo dalje od života i od istine nego životinja koja živi sasvim jednostavno bez filozofiranja? Ne bi li ta životinja bila istinski filozof?

Pa ipak, po tome što nijedan slikar nije uzmogao načiniti posve vjeran portret moramo li zaključiti da bi najbolje slikanje bilo ne slikati? Kad zoolog secira životinju, on je svakako „mijenja". Da, secirajući je, on sebe osuđuje na to da je nikada ne spozna potpuno; ali ne secirajući je, on bi sebe osudio da o njoj nikada ne spozna ništa i da, prema tome, o njoj nikada ništa ne rekne.

Sigurno, postoje u čovjeku druge sile osim njegova intelekta i nitko nije nikada bio dovoljno lud da to poriče. Bilo tko te slijepe sile izaziva ili ih pušta da djeluju, a filozof mora o njima *govoriti;* da bi o njima govorio, on ih mora spoznati makar onoliko koliko ih se samo može poznavati, on ih, dakle, mora *promatrati* kako djeluju. Kako? Kojim očima ako ne očima svog intelekta? Srce ili nagon mogu ga voditi, ali ne i

činiti ga beskorisnim; oni mogu usmjeravati njegov pogled, ali ne smiju zamjenjivati njegovo oko. Da srce bude radnik a da intelekt bude samo oruđe, na to se može pristati. Ipak, to je oruđe bez kojega se ne može, ako ne djelovati, a ono barem filozofirati. To je razlog zašto je jedna istinski antiintelektualistička filozofija nemoguća. Možda ćemo morati donijeti zaključak o „prvenstvu" djelovanja, ali opet će naš intelekt biti taj koji će donijeti takav zaključak; prepuštajući prvenstvo djelovanju, on će na taj način sačuvati nadmoć trske koja misli. I u tome je jedno „prvenstvo" koje ne valja prezirati.

Neka mi budu oproštena ova kratka razmišljanja i neka mi bude također oprošteno što sam ih učinio tako kratkima i što sam jedva dotakao pitanje. Spor oko intelektualizma nije predmet kojim se želim baviti; želim govoriti o znanosti i za nju, o tome nema sumnje. Po definiciji, da tako kažem, ona će biti intelektualistička ili je neće biti. A pitanje hoće li je biti upravo i jest ono što treba znati.

2. *Znanost pravilo djelovanja*

Za gosp. Le Roya znanost je samo pravilo za djelovanje. Mi smo nemoćni da išta spoznamo a ipak smo se u to upustili; treba da djelujemo i, na sreću, ravnamo se po pravilima. Ukupnost tih pravila jest ono što se naziva znanošću.

Tako su ljudi, želeći da se zabave, utvrdili pravila igara, kao što je, na primjer, ono za triktrak*, koja bi se mogla bolje od same znanosti osloniti o dokaz sveopće suglasnosti. Podjednako tako, kada nismo u stanju izabrati ali smo prisiljeni birati, bacamo u zrak novčić da izvučemo pismo ili glavu.

Pravilo triktraka svakako je pravilo za djelovanje kao i znanost, ali smatramo li tu usporedbu pravičnom i ne vidimo li razliku? Pravila igre proizvoljne su konvencije i bilo bi moguće usvojiti oprečnu konvenciju *koja ne bi bila manje dobra*. Naprotiv, znanost je pravilo za djelovanje koje uspijeva, bar općenito, dok — dodajem — oprečno pravilo ne bi uspijevalo.

Ako kažem: „Da biste dobili vodik, djelujte kiselinom na cink", ja formuliram jedno pravilo koje uspijeva; mogao sam reći: „Djelujte destiliranom vodom na zlato", to bi također bilo pravilo, samo što ono ne bi uspijevalo.

Ako, dakle, znanstveni „recepti" imaju neku vrijednost kao pravila za djelovanje, to je zato što mi znamo da oni bar

---

* Igra kockama (prim. prev.).

općenito uspijevaju. Ali znati to svakako znači znati nešto, pa zašto nam onda upravo rekoste da ne možemo ništa spoznati?

Znanost predviđa i upravo zato što predviđa ona može biti korisna i služiti kao pravilo za djelovanje. Svakako sam svjestan da često događaji demantiraju njezina predviđanja; to dokazuje da je znanost nesavršena i, ako dodam da će to ona uvijek ostati, siguran sam da je to jedno predviđanje koje — barem ono — neće nikada biti demantirano. Ipak je jasno da se učenjak vara manje često od nekog proroka koji bi predskazivao nasumce. S druge strane, napredak je spor ali neprekidan tako da učenjaci, premda sve više i više poduzetni, sve se manje i manje varaju. To je malo, ali je dosta.

Dobro znam da je gosp. Le Roy negdje rekao da se znanost vara češće no što se to misli, da kometi ponekad neugodno iznenade astronome, da učenjaci, koji su očito ljudi, nerado govore o svojim neuspjesima i da bi, ako bi govorili o njima, morali nabrojiti više poraza nego pobjeda.

Kada je to rekao, gosp. Le Roy je očigledno pretjerao. Da znanost ne uspijeva, ona ne bi mogla služiti kao pravilo za djelovanje; odakle bi izvlačila svoju vrijednost? Odatle što je „proživljena“, to jest iz toga što je mi volimo i što vjerujemo u nju? Alkemičari su imali recepte za pravljenje zlata, voljeli su ih i imali vjere u njih, a ipak, makar naša vjera bila manje živa, naši su recepti ti koji su valjani zato što oni uspijevaju.

Nema načina da se umakne toj dilemi; ili znanost ne dopušta da se predviđa, pa je onda bez vrijednosti kao pravilo za djelovanje, ili, pak, ona dopušta da se predviđa na jedan više ili manje nesavršen način, pa onda nije bez vrijednosti kao sredstvo spoznaje.

Ne može se čak reći da je djelovanje cilj znanosti; moramo li osuditi proučavanja zvijezde Siriusa pod izlikom da vjerojatno nikad nećemo moći ni na koji način djelovati na tu zvijezdu?

Po mojem mišljenju, naprotiv, spoznaja je cilj a djelovanje je sredstvo.

Ako sebi čestitam na industrijskom razvoju, razlog nije samo to što je on pribavio jedan lak argument braniteljima znanosti; razlog je nadasve to što on učenjaku daje vjeru u sebe a također i to što mu pruža polje neizmjerna iskustva na kojem se on sukobljava sa silama odveć golemima a da bi bilo načina da ih eliminira. Bez tog balasta tko zna ne bi li on ostavio zemlju zaveden priviđenjem neke nove skolastike ili ne bi li pao u očaj vjerujući da je samo sanjao.

3. *Sirova činjenica i znanstvena činjenica*

Ono najparadoksalnije u tezi gosp. Le Roya bila je tvrdnja da *učenjak stvara činjenicu;* to je istovremeno u njoj bila bitna ključna misao i jedna od onih o kojima se najviše raspravljalo.

Možda, kaže on (doista vjerujem da je to bio jedan ustupak), nije učenjak taj koji stvara sirovu činjenicu; on je barem taj koji stvara znanstvenu činjenicu.

Ta distinkcija između sirove činjenice i znanstvene činjenice ne čini mi se sama po sebi ilegitimnom. Ali ponajprije žalim što granica nije bila povučena niti na egzaktan način niti na precizan način; a potom što se čini da je autor podrazumijevao da je sirova činjenica, budući da nije znanstvena, izvan znanosti.

Najzad, ne mogu prihvatiti da učenjak slobodno stvara znanstvenu činjenicu budući da je sirova činjenica ona koja mu je nameće.

Primjeri koje je gosp. Le Roy dao jako su me začudili. Prvi je uzet od pojma atoma. Atom izabran kao primjer činjenice! Priznajem da me taj izbor toliko zbunio da radije o njemu ne bih rekao ništa. Očigledno, loše sam razumio autorovu misao i ne bih je umio plodonosno pretresti.

Drugi slučaj uzet kao primjer je onaj jedne pomrčine gdje je sirovi fenomen igra sjene i svjetla, ali gdje astronom ne može intervenirati bez unošenja dvaju stranih elemenata, naime sata i Newtonova zakona.

Na koncu gosp. Le Roy navodi vrtnju Zemlje; odgovoreno mu je: „Ali to nije činjenica", a on je odvratio: „To je bilo činjenica za Galileja koji ju je tvrdio kao i za inkvizitora koji ju je poricao". U svakom slučaju stoji da to nije činjenica u istom smislu kao one o kojima smo netom govorili i da davati im isto ime znači izlagati se mnogim zabunama.

Evo, dakle, četiriju stupnjeva:

1. Mrak je, kaže neznalica.
2. Pomrčina je nastupila u devet sati, kaže astronom.
3. Pomrčina je nastupila u onaj sat koji se mogao izvesti iz tablica sastavljenih na osnovu Newtonovih zakona, kaže on opet.
4. To je u vezi s time što se Zemlja okreće oko sunca, kaže najzad Galilej.

Gdje je, dakle, granica između sirove činjenice i znanstvene činjenice? Čitajući gosp. Le Roya, reklo bi se da je između

prvog i drugog člana, ali tko ne vidi da ima više razmaka *između drugog i trećeg a još više između trećeg i četvrtog?*

Neka mi se dopusti da navedem dva primjera koji će nam to možda malo pojasniti.

Promatram otklon galvanometra uz pomoć jednog pokretnog zrcala koje baca svjetlucavu sliku ili mrlju na jednu podijeljenu ljestvicu. Sirova je činjenica: vidim kako se mrlja pomiče po ljestvici, a znanstvena je činjenica: strujnim krugom prolazi struja.

Ili opet: kad izvodim neki eksperiment, moram rezultat podvrći određenim korekcijama, jer znam da mora da sam načinio neke pogreške. Te su pogreške dvovrsne, jedne su slučajne i ispravit ću ih uzimajući prosjek; druge su sistematske i moći ću ih ispraviti samo produbljenim proučavanjem njihovih uzroka.

Prvi je postignuti rezultat, dakle, sirova činjenica, dok je znanstvena činjenica konačni rezultat poslije završenih korekcija.

Razmišljajući o tom posljednjem primjeru, dovedeni smo do potpodjele našeg drugog člana i umjesto da kažemo:

2. Pomrčina je nastupila u devet sati,

reći ćemo:

2.a. Pomrčina je nastupila kad je moj sat pokazivao devet sati,

i 2.b. Budući da moj sat kasni deset minuta, pomrčina je nastupila u devet sati i deset minuta.

A to nije sve: prvi član također mora biti opet podijeljen i razmak između tih dviju potpodjela neće biti najmanji; između dojma tmine koji doživljava svjedok jedne pomrčine i tvrdnje: „Tamno je", koju taj dojam izaziva, nužno je vršiti razlikovanje. U jednom smislu prva je jedina sirova činjenica a druga je već neka vrsta znanstvene činjenice.

Eto, dakle, sad naše ljestvice koja ima šest članova i, premda nema nikakva razloga da se zaustavimo kod tog broja, mi ćemo se ovdje zadržati.

Ono što me najprije zapanjuje jest ovo. U prvom od naših šest članova činjenica, još posve neobrađena, tako reći je individualna i potpuno je različita od sviju ostalih mogućih činjenica. Od drugog člana s time je već drukčije. Iskaz o činjenici mogao bi odgovarati bezbroju drugih činjenica. Čim se umiješa jezik, raspolažem još samo određenim brojem termina da izrazim beskonačan broj nijansi u koje bi se mogli zaodjenuti moji dojmovi. Kad kažem: „Tamno je", to dobro izražava doj-

move što ih doživljavam prisustvujući jednoj pomrčini; ali u samoj tmini moglo bi se zamisliti mnoštvo nijansi i, da se umjesto te koja se doista ostvarila, pojavila jedna malo drukčija, *ja bih ipak iskazao tu drugu činjenicu riječima*: „Tamno je".

Druga opaska: čak u drugom članu iskaz o jednoj činjenici može biti samo *istinit* ili *neistinit*. To ne bi bilo tako za bilo koji stav; ako je taj stav iskaz o jednoj konvenciji, ne može se reći da je taj iskaz *istinit* u pravom smislu riječi, jer on ne bi mogao biti istinit protiv moje volje i jer je istinit samo zato što ja hoću da on to bude.

Kad, na primjer, kažem: „Jedinica dužine je metar", to je odluka što je ja donosim, to nije konstatacija koja mi se nameće. Isto je tako, kao što mislim da sam drugdje pokazao, kad se, na primjer, radi o Euklidovu postulatu.

Kad me pitaju: „Da li je tamno?", ja uvijek znam treba li da odgovorim potvrdno ili odrečno.

Premda bezbroj mogućih činjenica odgovara tom istom iskazu „Tamno je", uvijek ću znati da li se ostvarena činjenica nalazi ili se ne nalazi među onima koje odgovaraju tom iskazu. Činjenice su klasificirane u kategorije i ako me se pita da li se činjenica koju konstatiram nalazi ili se ne nalazi u toj i toj kategoriji, neću oklijevati s odgovorom.

Bez sumnje, ta klasifikacija sadrži dovoljno proizvoljnosti da ostavi veliku ulogu slobodi ili hiru čovjeka. Jednom riječju, ta je klasifikacija konvencija. *Kad je jednom dana ta konvencija,* ako me se pita: „Je li istinita ta i ta činjenica?", uvijek ću znati što da odgovorim i moj će mi odgovor nametnuti svjedočanstvo mojih osjetila.

Ako se, dakle, za vrijeme pomrčine upita: „Da li je tamno;", svi će odgovoriti potvrdno. Odrečno bi, bez sumnje, odgovorili oni koji bi govorili jezik na kojem bi se „svijetlo" reklo „tamno" i gdje bi se „tamno" reklo „svijetlo". Ali kakvu to važnost može imati?

Isto tako u matematici, *kad sam postavio definicije i postulate koji su konvencije,* jedan teorem može još biti samo istinit ili neistinit. Ali da odgovorim na pitanje: „Je li taj teorem istinit?", neću se više poslužiti svjedočanstvom svojih osjetila, nego, naravno, rasuđivanjem.

Iskaz o jednoj činjenici uvijek je provjeriv i za tu provjeru možemo se poslužiti bilo svjedočenjem svojih osjetila, bilo sjećanjem na to svjedočenje. Upravo je to ono što karakterizira jednu činjenicu. Ako mi postavite pitanje: „Je li istinita ta i ta činjenica?", započet ću s time da od vas zatražim,

ako tome ima mjesta, da precizirate konvencije; drugim riječima, da vas upitam kojim ste jezikom govorili; zatim, nakon što je to riješeno, ispitat ću svoja osjetila i odgovorit ću potvrdno ili odrečno. Ali taj će odgovor potjecati od mojih osjetila, ne od *vas* koji mi kažete: „Govorio sam vam na engleskom ili na francuskom."

Ima li nešto što treba mijenjati u svemu tome kad prelazimo na sljedeće članove? Kad promatram galvanometar kao što sam govorio čas prije, ako pitam neupućena posjetioca: „Teče li struja?", on će gledati žicu nastojeći vidjeti kako nešto teče; ali ako isto pitanje postavim svom pomoćniku koji razumije moj jezik, on će znati da to znači: „Pomiče li se mrlja?" i gledat će ljestvicu.

Koja, dakle, razlika postoji između iskaza o jednoj sirovoj činjenici i iskaza o jednoj znanstvenoj činjenici? Postoji ista razlika kao između iskaza o istoj činjenici na francuskom jeziku i na njemačkom jeziku. Znanstveni je iskaz prijevod sirova iskaza na jezik koji se posebno razlikuje od svakidašnjeg njemačkog i od svakidašnjeg francuskog zato što njime govori mnogo manji broj ljudi.

Ne idimo, međutim, prebrzo! Da izmjerim struju mogu se poslužiti veoma velikim brojem tipova galvanometra i još elektrodinamometrom. I onda kad reknem: „Ovim strujnim krugom teče struja od toliko i toliko ampera", to će značiti: „Ako tom strujnom krugu priključim taj i taj galvanometar, vidjet ću kako mrlja dolazi do podjeljka *a*"; ali to će jednako značiti: „Ako tom strujnom krugu priključim taj i taj elektrodinamometar, vidjet ću kako mrlja dolazi do podjeljka *b*." A to će značiti još mnogo drugih stvari, jer struja se može manifestirati ne samo mehaničkim efektima nego i kemijskim, termičkim, svjetlosnim efektima itd.

Evo, dakle, jednog istog iskaza koji odgovara velikom broju apsolutno različitih činjenica. Zašto? Zato što priznajem zakon po kojem svaki put kad se pokaže taj i taj mehanički efekt, pokazat će se uza nj taj i taj kemijski efekt. Prethodna veoma brojna iskustva nisu mi nikad pokazala da taj zakon zakazuje i tada sam se osvjedočio da bih istim iskazom mogao izraziti dvije činjenice tako nepromjenjivo vezane jednu uz drugu.

Kad me se bude pitalo: „Prolazi li struja?", moći ću razumjeti da to znači: „Hoće li se pojaviti taj i taj mehanički efekt?", ali moći ću razumjeti također: „Hoće li se pojaviti taj i taj kemijski efekt?" Ja ću, dakle, provjeriti bilo postojanje mehaničkog efekta bilo kemijskog i to će biti svejedno, jer i u jednom i u drugom slučaju odgovor mora biti isti.

A ako se jednog dana uvidi da je taj zakon pogrešan? Ako se opazi da slaganje tih dvaju efekata (mehaničkog i kemijskog) nije stalno? Tada bi trebalo promijeniti znanstveni jezik da se ukloni jedna ozbiljna dvosmislenost.

I što onda? Mislimo li da je obični jezik pomoću kojega se izražavaju činjenice svakodnevnog života oslobođen dvosmislenosti?

Hoćemo li odatle zaključiti da su činjenice svakodnevnog života djelo gramatičara?

Pitate me: *„Ima li struje?"*, *ispitujem da li postoji* mehanički efekt, konstatiram da postoji i odgovaram: „Da, ima struje." Vi istodobno shvaćate da to znači da postoji mehanički efekt i da jednako tako postoji kemijski efekt za kojim nisam tragao. Zamislimo sada da, *per impossibile*, zakon koji smo smatrali istinitim to nije i da kemijski efekt nije postojao u tom slučaju. U toj hipotezi postojat će dvije odvojene činjenice, jedna *izravno opažana i istinita*, druga *dobivena zaključivanjem* i neistinita. Strogo uzevši, moći će se reći da smo ovu drugu mi stvorili — tako da se osobni čovjekov udio u stvaranju znanstvene činjenice sastoji u pogrešci.

Ali ako možemo reći da je činjenica o kojoj se radi neistinita, nije li to upravo zato što ona nije slobodno i proizvoljno djelo našeg duha, prerušena konvencija, u kojem slučaju *ne bi bila niti istinita niti neistinita? I doista, ona je bila* provjerljiva; ja nisam izvršio provjeravanje, ali sam ga mogao izvršiti. Ako sam dao netočan odgovor, to je zato što sam htio prebrzo odgovoriti a da nisam ispitao prirodu koja je jedina znala tajnu.

Kad poslije eksperimenta ispravljam slučajne i sistematske pogreške da izlučim znanstvenu činjenicu, to je još uvijek ista stvar; znanstvena će činjenica uvijek biti samo sirova činjenica prevedena na jedan drugi jezik. Kad reknem: „Toliko i toliko je sati", to će biti skraćeni način da se kaže: „Postoji takav i takav odnos između sata koji pokazuje moja ura i sata što ga je ona označila u času prijelaza te i te zvijezde i te i te druge zvijezde preko meridijana." I kad su jednom svi usvojili tu jezičnu konvenciju, kad me se upita: „Koliko je sati?", *neće ovisiti o meni da odgovorim potvrdno ili odrečno.*

Pređimo na predzadnji član: pomrčina je nastupila u sat koji navode tablice izvedene iz Newtonovih zakona. To je još jedna jezična konvencija koja je savršeno jasna za one koji poznaju nebesku mehaniku ili naprosto za one koji posjeduju tablice što su ih izračunali astronomi. Pita me se: „Da li je pomrčina nastupila u predviđeni sat?" Tražim u astronomskoj tablici o položaju planeta, vidim da je pomrčina bila najav-

ljena za devet sati i razabirem da se pitanjem htjelo reći: „Da li je pomrčina nastupila u devet sati?“ Tu još ne moramo ništa mijenjati u našim zaključcima. *Znanstvena činjenica samo je sirova činjenica prevedena na jedan prikladan jezik.*

Istina, u posljednjem članu stvari se mijenjaju. Vrti li se Zemlja? Je li to provjeriva činjenica? Da li su se Galilej i Veliki inkvizitor, da bi se složili, mogli pozvati na svjedočanstvo svojih osjetila? Naprotiv, oni su se slagali o pojavnostima i kakva bila da bila nakupljena iskustva, i dalje bi se slagali o pojavnostima a da se nikada ne bi složili o njihovoj interpretaciji. Baš je to i bio razlog što su bili prisiljeni pribjeći tako neznanstvenim metodama rasprave.

Zato ja smatram da među njima nije bilo neslaganja o nekoj *činjenici;* nemamo pravo da isto ime dajemo i vrtnji Zemlje koja je bila predmet njihove rasprave, i sirovim i znanstvenim činjenicama koje smo do sada razmotrili.

Poslije onoga što je prethodilo čini se suvišnim istraživati da li je sirova činjenica izvan znanosti, jer ne može biti niti znanosti bez znanstvene činjenice niti znanstvene činjenice bez sirove činjenice, budući da je prvo samo prijevod drugoga.

I onda, imamo li pravo reći da učenjak stvara znanstvenu činjenicu? Prije svega, on je ne stvara *ex nihilo,* budući da je pravi pomoću sirove činjenice. Prema tome, on je ne pravi slobodno *kako hoće.* Ma koliko sposoban izrađivač on bio, njegova je sloboda uvijek ograničena osobinama prvotne građe na kojoj radi.

Što želite reći poslije svega kad govorite o tom slobodnom stvaranju znanstvene činjenice i kad kao primjer uzimate astronoma koji aktivno intervenira u fenomenu pomrčine donoseći sa sobom svoju uru? Želite li reći: „Pomrčina je nastupila u devet sati, ali da je astronom želio da ona nastupi u deset sati, to je ovisilo samo o njemu, on je samo morao pomaknuti svoju uru jedan sat naprijed“?

Ali astronom bi, izvodeći tu lošu šalu, očigledno zloupotrijebio jednu dvosmislenost. Kad mi on kaže: „Pomrčina je nastupila u devet sati“, ja to shvaćam tako da je devet sati vrijeme izvedeno iz sirovog pokazivanja ure nizom uobičajenih korekcija. Ako mi je dao samo to sirovo pokazivanje ili ako je korekcije izvršio suprotno uobičajenim pravilima, on je promijenio dogovoreni jezik a da me nije unaprijed upozorio. Ako se, naprotiv, pobrinuo da me unaprijed upozori, nemam se pravo žaliti, ali tada je to još uvijek ista činjenica izražena jednim drugim jezikom.

Ukratko, *sve što učenjak stvara kod jedne činjenice jest jezik kojim je iskazuje.* Ako predviđa neku činjenicu, on će

upotrijebiti taj jezik i za sve one koji ga budu znali govoriti i razumijevati, njegovo će predviđanje biti lišeno dvosmislenosti. Uostalom, kad je jednom to predviđanje izneseno, očigledno o njemu ne ovisi da li se ono ostvaruje ili se ne ostvaruje.

Što onda ostaje od teze gosp. Le Roya? Ostaje ovo: učenjak aktivno intervenira odabirući činjenice koje zaslužuju da budu promatrane. Jedna izdvojena činjenica sama po sebi nije nimalo zanimljiva; ona postaje zanimljivom ako ima razloga da mislimo da će pomoći u predviđanju drugih; ili opet ako, pošto je bila predviđena, njezina verifikacija predstavlja potvrdu nekog zakona. Tko će odabrati činjenice koje, udovoljavajući tim uvjetima, zaslužuju građansko pravo u znanosti? To je slobodna djelatnost učenjaka.

A to nije sve. Rekao sam da je znanstvena činjenica prijevod sirove činjenice na neki određeni jezik; trebalo je da dodam da se svaka znanstvena činjenica tvori od više sirovih činjenica. Gore navedeni primjeri to dosta dobro pokazuju. Na primjer, kao sat pomrčine moja je ura označavala čas α u trenutku pomrčine; ona je označavala čas β u momentu posljednjeg prijelaza preko meridijana neke određene zvijezde *koju ćemo uzeti kao rektascenzijsko ishodište; ona je označavala* čas γ u momentu pretposljednjeg prijelaza te iste zvijezde. Evo triju različitih činjenica (još će tkogod primijetiti da je svaka od njih i sama rezultat dviju istovremenih sirovih činjenica; ali pređimo preko te primjedbe). Umjesto toga, ja kažem: „Pomrčina je nastupila u 24 $\frac{\alpha-\beta}{\beta-\gamma}$ sati“ i tri se činjenice nalaze koncentrirane u jednoj jedinoj znanstvenoj činjenici. Prosudio sam da su tri očitavanja α, β i γ, izvršena na mojoj uri u tri različita trena, lišena zanimljivosti, i da je jedina zanimljiva stvar kombinacija tih triju očitavanja $\frac{\alpha-\beta}{\beta-\gamma}$. U toj prosudbi vidi se slobodna djelatnost moga duha.

Ali time sam iscrpio svoju moć; ja ne bih mogao učiniti da ta kombinacija $\frac{\alpha-\beta}{\beta-\gamma}$ ima tu i tu vrijednost a ne neku drugu, jer ne bih mogao utjecati niti na vrijednost od α, niti na vrijednost od β, niti na vrijednost od γ, koje su mi nametnute kao sirove činjenice.

Sve u svemu, činjenice su činjenice i *ako se dogodi da su u skladu s jednim predviđanjem, to nije zbog učinka naše slobodne aktivnosti*. Nema precizne granice između sirove i

znanstvene činjenice; može se samo reći da je taj i taj činjenični iskaz *siroviji* ili obrnuto, *znanstveniji* nego neki drugi.

4. *„Nominalizam“ i „univerzalna invarijanta“*

Ako s činjenica pređemo na zakone, jasno je da će udio učenjakove slobodne aktivnosti postati mnogo veći. Ali ne čini li ga gosp. Le Roy još uvijek prevelikim? To ćemo sada razmotriti.

Prisjetimo se najprije primjera što ih je dao. Kad kažem: „Fosfor se topi na 44°C“, mislim da iskazujem jedan zakon; u stvarnosti to je sama definicija fosfora; kad bi bilo pronađeno neko tijelo koje se, posjedujući inače sva svojstva fosfora, ne bi topilo na 44°C, bilo bi mu dano neko drugo ime i zakon bi ostao istinit.

Isto tako, kad kažem: „Teška tijela u slobodnom padu prelaze udaljenost proporcionalnu kvadratu vremena“, ja naprosto dajem definiciju slobodnog pada. Svaki put kad taj uvjet ne bude ispunjen reći ću da pad nije slobodan, tako da zakon nikada neće moći biti netočan.

Jasno je da, kad bi se zakoni svodili na to. oni ne bi mogli služiti za predviđanje; oni, dakle, ne bi mogli služiti ničemu, niti kao sredstvo spoznaje niti kao princip djelovanja.

Kad kažem: „Fosfor se topi na 44° C“, time želim reći: „Svako tijelo koje posjeduje ta i ta svojstva (to jest sva svojstva fosfora osim točke topljenja) topi se na 44° C“. Tako shvaćen, moj je stav svakako zakon i taj će mi zakon moći biti koristan, jer ako naiđem na neko tijelo koje posjeduje navedena svojstva, moći ću predvidjeti da će se ono topiti na 44° C.

Bez sumnje, bit će moguće otkriti da je taj zakon neistinit. Pročitat ćemo u udžbenicima kemije: „Postoje dva tijela koja su kemičari dugo vremena brkali pod imenom fosfora; ta se dva tijela razlikuju samo po točki topljenja.“ To očito ne bi bilo prvi put da su kemičari uspjeli razdvojiti dva tijela koja isprva nisu znali lučiti; tako su, na primjer, neodim i prazeodim dugo brkani pod imenom didima.

Ne vjerujem da se kemičari jako boje da će slična nezgoda ma kada zadesiti fosfor. A ako bi se, *per impossibile,* ona dogodila, ta dva tijela vjerojatno ne bi imala *identično* istu gustoću, *identično* istu specifičnu toplinu itd., tako da, pošto brižljivo utvrdimo, na primjer, gustoću, moći će se opet predvidjeti točka topljenja.

Uostalom, to je od male važnosti; dovoljno je primijetiti da postoji *jedan zakon* i da se taj zakon, istinit ili neistinit, ne svodi na tautologiju.

Reći će se da ako ne poznajemo na Zemlji tijelo koje se ne topi na 44° C, premda ima druga svojstva fosfora, ne možemo znati ne postoji li ono na nekim drugim planetima. Bez sumnje, to bi se dalo braniti i tada bismo zaključili da dotični zakon, koji može služiti kao pravilo za djelovanje nama koji nastavamo Zemlju, nema ipak nikakve opće vrijednosti sa spoznajnog gledišta i da duguje svoju korisnost samo slučaju koji nas je smjestio na ovu kuglu. To je moguće, ali ako bi to bilo tako, zakon ne bi imao vrijednosti ne zato što bi se svodio na jednu konvenciju, nego zato što bi bio neistinit.

Isto je tako u pogledu pada tijela. Ničemu mi ne bi poslužilo da sam dao ime slobodnog pada padovima koji se odvijaju u skladu s Galilejevim zakonom da s druge strane ne znam da *će u takvim i takvim okolnostima* pad *vjerojatno* biti slobodan ili *gotovo* slobodan. To je, dakle, zakon koji može biti *istinit ili neistinit, ali koji se ne svodi na jednu konvenciju.*

Pretpostavimo da su astronomi upravo otkrili da se zvijezde *ne pokoravaju točno Newtonovu zakonu. Oni će imati* izbor između dva stava: moći će reći da se gravitacija ne *mijenja točno kao obrnuta vrijednost* kvadrata udaljenosti ili će, pak, moći reći da gravitacija nije jedina sila koja djeluje na zvijezde i da se dešava da joj se u tome pridodaje jedna sila drugačije prirode.

U tom drugom slučaju Newtonov će zakon biti smatran definicijom gravitacije. To će biti nominalistički stav. Izbor između dvaju stavova ostaje slobodan i vrši se po kriterijima pogodnosti, pa makar ti kriteriji bili najčešće tako moćni da praktično ostaje malo što od te slobode.

Stav (1) „Zvijezde se ravnaju po Newtonovu zakonu" možemo raščlaniti na dva druga: (2) „Gravitacija se ravna po Newtonovu zakonu" i (3) „Gravitacija je jedina sila koja djeluje na zvijezde". U tom slučaju stav (2) samo je definicija i izmiče eksperimentalnoj provjeri; ali onda će se ta provjera moći vršiti nad stavom (3). A ona je jako potrebna, budući da rezultirajući stav (1) predviđa provjerljive sirove činjenice.

Zahvaljujući tim sredstvima, učenjaci su pomoću nesvjesnog nominalizma uzdigli iznad zakona ono što oni nazivaju principima. Kad je jedan zakon dobio dovoljnu eksperimentalnu provjeru, možemo usvojiti dva stava: ili prepustiti taj zakon borbi za opstanak — on će tada ostati podložan neprekidnu revidiranju koje će bez sumnje završiti dokazivanjem da je on samo aproksimativan —, ili ga je, pak, moguće

uzdići do *principa* usvajajući takve konvencije da stav bude sigurno istinit. U tu se svrhu postupa uvijek na isti način. Prvotni je zakon iskazivao neki odnos između dviju sirovih činjenica A i B; između tih dviju sirovih činjenica uvodi se posredujući apstraktni entitet C, više ili manje fiktivan (takav je bio u prethodnom primjeru neopipljivi entitet gravitacije). I onda imamo odnos između A i C, koji možemo smatrati rigoroznim i koji je *princip*, i jedan drugi odnos između C i B, koji ostaje *zakon* podložan reviziji.

Princip, odsada takoreći iskristaliziran, nije više podložan eksperimentalnoj provjeri. On nije istinit ili neistinit, on je pogodan.

Često se nalaze velike prednosti u tome da se postupa na taj način, ali jasno je, kad bi *svi* zakoni bili transformirani u principe, da *ništa* ne bi ostalo od znanosti. Svaki se zakon može raščlaniti na jedan princip i na jedan zakon, ali je sasvim jasno po tome da će, pa ma koliko se daleko tjeralo to raščlanjivanje, zakona uvijek ostati.

Nominalizam, dakle, ima svoje granice i to bi se moglo previdjeti ako se uzmu doslovno tvrdnje gosp. Le Roya.

Jedan brz pregled znanosti pomoći će nam da bolje shvatimo koje su te granice. Nominalistički je stav opravdan samo kad je pogodan; a kad on to jest?

Iskustvo nam pokazuje odnose među tijelima; tu je naša sirova činjenica; ti su odnosi krajnje komplicirani. Umjesto da izravno razmatramo odnos tijela A i tijela B, mi uvodimo među njih posrednika, a to je prostor, i razmatramo tri različita odnosa: odnos tijela A s prostornim likom A', odnos tijela B s prostornim likom B', odnos dvaju likova A' i B' između sebe. Zašto je taj zaobilazan put probitačan? Zato što je odnos između A i B bio kompliciran a malo se razlikovao od odnosa između A' i B' koji je jednostavan — tako da taj komplicirani odnos može biti zamijenjen jednostavnim odnosom između A' i B' i dvama drugim odnosima koji nam pokazuju da su razlike između A i A', s jedne strane, i između B i B', s druge, *veoma male*. Na primjer, ako su A i B dva prirodna tijela koja se premještaju uz lagano deformiranje, mi promatramo dva *nepromjenjiva* pokretna lika A' i B'. Zakoni relativnog *premještanja tih likova A' i B' bit će veoma jednostavni*; to će biti zakoni geometrije. A mi ćemo potom dodati da se tijelo A, koje se uvijek veoma malo razlikuje od A', širi pod učinkom topline i savija uslijed elastičnosti. Ta širenja i savijanja, upravo zato što su vrlo mala, bit će za naš razum stvar relativno lakog proučavanja. Da li je moguće zamisliti kojim bi se jezičnim komplikacijama trebalo izložiti

da se htjelo u jednom istom iskazu obuhvatiti premještanje, širenje i savijanje tijela?

Odnos između A i B bio je sirovi zakon i on se raščlanio; sad imamo dva zakona koji izražavaju odnose između A i A', između B i B' i jedan princip koji izražava odnos između A' i B'. Skup tih principa nazivamo geometrijom.

Još dvije opaske. Imamo jedan odnos između dva tijela A i B koji smo zamijenili odnosom između dvaju likova A' i B'; ali taj je isti odnos između dvaju likova A' i B' sasvim isto tako mogao probitačno zamijeniti neki odnos između dvaju drugih tijela A" i B", potpuno različitih od A i B, — i to na mnogo načina. Da nisu bili izmišljeni principi i geometrija, pošto je bio proučen odnos između A i B, trebalo bi nanovo započeti *ab ovo* proučavanje odnosa između A" i B". To i jest razlog što je geometrija tako dragocjena. Jedan geometrijski odnos može probitačno zamijeniti odnos koji bi, promatran u sirovu stanju, morao biti smatran mehaničkim, a može zato zamijeniti i neki drugi koji bi se moralo smatrati optičkim itd.

I neka se onda kaže: ali to je dokaz da je geometrija eksperimentalna znanost; odvajajući njezine principe od zakona iz kojih ih se izvlači, vi nju samu umjetno odvajate od znanosti koje su je rodile. Ostale znanosti jednako imaju principe i to ne smeta da ih se naziva eksperimentalnima.

Treba uvidjeti da bi bilo teško ne izvršiti to odvajanje za koje se tvrdi da je umjetno. Zna se uloga što ju je igrala kinematika tijela u nastanku geometrije; bi li onda trebalo reći da je geometrija samo grana eksperimentalne kinematike? Ali zakoni pravocrtnog širenja svjetlosti pridonijeli su također formiranju njezinih principa. Da li će biti potrebno da geometrija bude smatrana istovremeno granom kinematike i granom optike? Podsjećam, osim toga, da je naš euklidski prostor, koji je pravi predmet geometrije, bio iz razloga pogodnosti odabran između određenog broja tipova koji već postoje u našem umu i koji se nazivaju grupama.

Ako pređemo na mehaniku, vidimo još velikih principa čije je porijeklo analogno i, kako je njihovo „područje djelovanja“, da tako kažemo, uže, nema više razloga da ih se odvaja od mehanike u pravom smislu riječi i da se tu znanost smatra deduktivnom.

Najzad, u fizici uloga principa još je više umanjena. I doista, oni se uvode samo kad to pruža neku korist. No oni su probitačni upravo zato što su malobrojni, zato što svaki od njih zamjenjuje maltene velik broj zakona. Zato nema in-

teresa da ih se umnožava. Osim toga, treba prekinuti regres i zbog toga treba zaista na koncu napuštati apstrakciju da se dođe u dodir sa stvarnošću.

To su granice nominalizma i one su prilično uske.

Međutim, gosp. Le Roy je ostajao pri svome i postavio je pitanje u jednom drugom obliku.

Budući da se iskaz o našim zakonima može mijenjati ovisno o konvencijama koje usvajamo, budući da te konvencije mogu modificirati čak i prirodne odnose tih zakona, ima li u skupu tih zakona nešto što bi bilo nezavisno o tim konvencijama i što bi moglo, da se tako kaže, igrati ulogu *univerzalne invarijante?* Uvedena je, na primjer, fikcija bića koja bi, odgojena u nekom svijetu različitu od našega, bila navedena da stvore jednu neeuklidsku geometriju. Kad bi ta bića potom bila naglo prenesena u naš svijet, ona bi opažala iste zakone kao i mi, ali bi ih iskazivala na jedan potpuno različit način. Doduše, bilo bi još ponešto zajedničko između tih dvaju iskaza, ali to je zato što se ta bića još ne razlikuju dovoljno od nas. Moguće je zamisliti još čudnija bića i zajednički dio između dva sistema iskaza sve će se više sužavati. *Da li će se on tako sužavati težeći prema nuli ili će pak ostati* jedan nesvodiv ostatak koji bi, dakle, bio tražena univerzalna invarijanta?

Postavljeno pitanje zahtijeva preciziranje. Želi li se da taj zajednički dio tih iskaza bude izraziv riječima? No jasno je da nema riječi zajedničkih svim jezicima i ne možemo imati pretenziju da konstruiramo ne znam koju univerzalnu invarijantu koju bismo razumjeli istovremeno i mi i fiktivni neeuklidski geometri o kojima sam upravo govorio — isto kao što ne možemo konstruirati rečenicu koju bi istovremeno razumjeli Nijemci koji ne znaju francuski i Francuzi koji ne znaju njemački. Ali imamo čvrsta pravila koja nam dopuštaju da prevodimo francuske iskaze na njemački i obrnuto. U tu su svrhu i izrađene gramatike i rječnici. Postoje također čvrsta pravila za prevođenje euklidskog jezika na neeuklidski ili, ako ih i nema, moglo bi ih se izraditi.

A čak i kad ne bi bilo niti tumača niti rječnika, kad bi se Nijemci i Francuzi, pošto su stoljećima živjeli u odvojenim svjetovima, iznenada našli u dodiru, mislimo li da ne bi bilo ničega zajedničkog između znanosti njemačkih knjiga i one francuskih? Napokon bi se Francuzi i Nijemci sigurno razumjeli, kao što su napokon američki Indijanci shvatili jezik svojih pobjednika poslije dolaska Španjolaca.

Ali, reći će se, bez sumnje, Francuzi bi bili kadri razumjeti Nijemce čak i da ne nauče njemački, ali to je zato što

između Francuza i Nijemaca ostaje nešto zajedničko, budući da su jedni i drugi ljudi. Ipak bi uspjelo sporazumijevanje s našim hipotetskim neeuklidovcima, premda oni ne bi bili ljudi, zato što bi oni još zadržali nešto ljudskoga. Ali u svakom slučaju potreban je jedan minimum ljudskosti.

To je moguće, ali upozorit ću najprije da bi ono malo ljudskosti što bi preostalo kod neeuklidovaca bilo dovoljno ne samo da se uzmogne prevesti *malo* njihova jezika nego da se uzmogne prevesti *čitav* njihov jezik.

Sada, da bi ustrebao jedan minimum, to dopuštam; pretpostavimo da postoji ne znam kakav fluid koji prodire između molekula naše materije a da nimalo ne djeluje na nju niti da trpi bilo kakvo djelovanje koje dolazi od nje. Pretpostavimo da bi neka bića bila osjetljiva na utjecaj tog fluida a neosjetljiva na utjecaj naše materije. Jasno je da bi se znanost tih bića apsolutno razlikovala od naše i da bi bilo suvišno tražiti neku „invarijantu" zajedničku tim dvjema znanostima. Ili opet, ako bi ta bića odbacivala našu logiku i ne bi priznavala, na primjer, princip kontradikcije.

Ali doista mislim da je nezanimljivo razmatrati slične hipoteze.

I onda, ako ne tjeramo tako daleko s bizarnošću, ako uvodimo samo fiktivna bića koja imaju osjetila analogna našima i osjetljiva na iste podražaje i koja, s druge strane, priznaju principe naše logike, tada ćemo moći zaključiti da bi njihov jezik, koliko god različit od našega, bilo uvijek moguće prevoditi.

Dakle, mogućnost prevođenja implicira postojanje neke invarijante. Prevoditi, to upravo i znači izlučiti tu invarijantu. Tako dešifrirati neku kriptografsku ispravu znači tražiti ono što u toj ispravi ostaje invarijantno kad se zamijene slova.

Koja je sad narav te invarijante, to je lako razabrati i dostajat će nam jedna riječ. Invarijantni su zakoni, odnosi između sirovih činjenica, dok su odnosi između „znanstvenih činjenica" uvijek ostajali ovisni o određenim konvencijama.

Pierre Duhem

FIZIKALNA TEORIJA I EKSPERIMENT

§ I — *Eksperimentalna provjera jedne teorije nema u fizici istu logičku jednostavnost kao u fiziologiji*

Fizikalna teorija nema drugog cilja osim iznošenja i klasificiranja eksperimentalnih zakona; jedina provjera koja dopušta prosuđivanje neke fizikalne teorije, da se ona proglasi dobrom ili lošom, jest usporedba između konzekvenci te teorije i eksperimentalnih zakona koje ona mora prikazivati i grupirati. Sad kad smo najpodrobnije analizirali osobine jednog fizikalnog eksperimenta i jednog fizikalnog zakona, možemo utvrditi principe koji moraju upravljati usporedbom između eksperimenta i teorije; možemo reći kako će se prepoznati da li činjenice neku teoriju potvrđuju ili pobijaju.

Mnogi filozofi, kad govore o eksperimentalnim znanostima, pomišljaju samo na znanosti koje su još na svom početku, kao fiziologija, kao neke grane kemije, gdje istraživač razmišlja izravno o činjenicama, gdje je metoda kojom se služi naprosto zdrav razum učinjen pažljivijim, gdje matematička teorija još nije uopće uvela svoje simboličke prikaze. U takvim znanostima usporedba između dedukcija iz jedne teorije i iskustvenih činjenica podložna je veoma jednostavnim pravilima; ta je pravila na osobito upečatljiv način formulirao Claude Bernard koji ih je sažeo u ovaj jedinstven princip[1]:

„Eksperimentator mora sumnjati, izbjegavati fiksne ideje i uvijek čuvati slobodu svog duha.

Prvi uvjet što ga mora ispunjavati učenjak koji se posvećuje istraživanju prirodnih pojava jest da očuva potpunu slobodu duha baziranu na filozofskoj sumnji."

Ako teorija sugerira eksperimente koje treba napraviti — to bolje: „Možemo[2] slijediti svoj osjećaj i svoju ideju, dati maha svojoj imaginaciji pod uvjetom da sve naše ideje budu

---

[1] Claude Bernard: *Introduction à la Médecine expérimentale*, Paris 1865; str. 63.
[2] Claude Bernard, *ibid.*, str. 64.

samo izlike za uvođenje novih eksperimenata koji nam mogu pribaviti potvrdne ili neočekivane i plodne činjenice." Kad je jednom eksperiment obavljen i rezultati jasno konstatirani, ako ih preuzme teorija da ih generalizira, koordinira i iz njih izvuče nove sadržaje za eksperimente — opet još bolje: „Ako smo dobro usvojili[3] principe eksperimentalne metode, nemamo se čega bojati; jer sve dok je ideja ispravna, nastavljamo je razvijati; kad je pogrešna, eksperiment je tu da je ispravi." Ali sve dok traje eksperiment, teorija treba da ostane pod strogom zabranom pred vratima laboratorija; ona mora šutjeti i bez ometanja pustiti učenjaka licem u lice s činjenicama; činjenice treba promatrati bez unaprijed stvorene ideje, prikupljati ih istom brižljivom nepristranošću bilo da potvrđuju predviđanja teorije ili da im proturječe. Izveštaj što će nam ga promatrač *dati o svom eksperimentu mora biti vjeran* i skrupulozno točan odraz pojava; ne smije nam čak ostaviti da pogodimo u koji sistem učenjak ima pouzdanja a u koji nema povjerenja.

„Ljudi[4] koji imaju pretjeranu vjeru u svoje teorije ili u svoje ideje nemaju samo loše predispozicije da dođu do otkrića nego još k tome vrše veoma loša opažanja. Oni nužno promatraju s unaprijed stvorenom idejom i, kad su izveli neki *eksperiment, žele u rezultatima vidjeti samo potvrdu svoje* teorije. Oni tako iskrivljuju opažanje i često prenebregavaju veoma važne činjenice budući da ove ne pridonose njihovu cilju. To nas je uostalom potaklo da drugdje reknemo da nikada ne valja vršiti eksperimente radi potvrđivanja svojih ideja, nego jednostavno radi njihova provjeravanja... Ali dešava se posve prirodno da oni koji previše vjeruju svojim teorijama ne vjeruju dovoljno teorijama drugih. Tada je dominirajuća *ideja tih ljudi koji druge preziru u tome da pronađu* nedostatak u teorijama drugih i da im nastoje proturječiti. Nepovoljna strana za znanost ostaje ista. Oni vrše eksperimente samo zato da unište jednu teoriju umjesto da ih vrše radi traženja istine. Oni isto tako obavljaju loša opažanja zato što uzimaju u rezultate svojih eksperimenata samo ono što odgovara njihovome cilju, zanemarujući ono što se s njime ne slaže i odbacujući na stranu veoma brižljivo sve što bi moglo ići u smjeru ideje koju žele *opovrći*. Tako se, dakle, dolazi dvama suprotnim putovima do istog rezultata, tj. do krivotvorenja znanosti i činjenica.

Zaključak je svega toga da pred konačnim rezultatima eksperimenta treba izbrisati svoje mišljenje isto tako kao i

[3] Claude Bernard, *ibid.*, str. 70.
[4] Claude Bernard, *ibid.*, str. 67.

mišljenje drugih;... da treba prihvaćati rezultate eksperimenta takvima kakvi se pokazuju sa svom njihovom neočekivanošću i njihovim slučajnostima."

Eto, na primjer, jednog fiziologa; on priznaje da prednji korijeni leđne moždine kriju motorna živčana vlakna a stražnji korijeni senzorna vlakna; teorija koju on prihvaća vodi ga zamišljanju jednog eksperimenta: ako presiječe taj i taj prednji korijen, on bi morao onemogućiti pokretnost tog i tog dijela tijela bez uništavanja njegove podražljivosti; kada poslije presijecanja tog korijena bude opažao posljedice svoje operacije, kada bude o tome podnosio izvještaj, ne smije se obazirati ni na koju od svojih ideja koje se tiču fiziologije moždine; njegov odnos treba da bude sirov opis činjenica; nije mu dopušteno da prešuti jedan pokret, jedan trzaj protivan njegovim predviđanjima; nije mu dopušteno da ga pripiše nekom sekundarnom uzroku osim ako neki poseban eksperiment nije iznio na vidjelo taj uzrok; ako ne želi biti optužen za znanstveno nepoštenje, mora uspostaviti apsolutno odvajanje, nepropusnu pregradu, između posljedica svojih teorijskih izvoda i konstatacije činjenica koje mu otkrivaju njegovi eksperimenti.

Takvo pravilo nije uopće lako slijediti; ono iziskuje od učenjaka apsolutno distanciranje od svoga vlastitog osjećaja, potpunu odsutnost animoziteta pri susretu s tuđim mišljenjem. Ne smije gajiti ni taštinu ni zavist i, kao što kaže Bacon, „oko mu se ne smije nikada zažariti ljudskim strastima". Sloboda duha koja, po Claude Bernardu, čini jedini princip eksperimentalne metode, ne ovisi samo o intelektualnim uvjetima nego i o moralnim uvjetima koji tu praksu čine još rjeđom i još hvalevrednijom.

Ali ako je eksperimentalnu metodu, takvu kakvu smo upravo opisali, teško primjenjivati, logička je analiza te metode veoma jednostavna. Nije to isto kad teorija, o čijem se podvrgavanju kontroli činjenica radi, nije više teorija fiziologije nego teorija fizike. U stvari, ovdje ne može više biti govora o ostavljanju pred vratima laboratorija teorije koju se želi provjeriti, jer bez nje nije moguće podesiti jedan jedini instrument, interpretirati jedno jedino očitavanje; vidjeli smo, u duhu fizičara koji eksperimentira stalno su prisutne dvije sprave: jedna je sprava konkretna, od stakla, od metala, i njom on rukuje; druga je sprava shematska i apstraktna i nju teorija postavlja na mjesto konkretne sprave i o njoj fizičar rasuđuje. Te su dvije ideje nerazrešivo povezane u njegovu razumu; svaka od njih nužno asocira drugu. Fizičar isto tako ne može zamisliti konkretnu spravu a da ona kod njega ne asocira pojam shematske sprave kao što Francuz ne može za-

misliti neku ideju a da ona kod njega ne izazove asocijaciju *na francusku riječ koja je izražava.* Ta *radikalna nemogućnost* koja sprečava odvajanje fizikalnih teorija od eksperimentalnih postupaka za provjeravanje istih tih teorija neobično komplicira tu *provjeru i obavezuje nas da veoma pažljivo razmotrimo* njezin logički smisao.

Istinu govoreći, fizičar nije jedini koji se poziva na teorije upravo u onom trenutku dok eksperimentira ili dok saopćuje rezultat svojih eksperimenata; kemičar, fiziolog, dok se služe fizičkim intsrumentima, termometrom, manometrom, kalorimetrom, galvanometrom, saharometrom, implicitno priznaju točnost teorija koje opravdavaju upotrebu tih sprava. teorija koje daju smisao apstraktnim pojmovima temperature, tlaka, količine topline, jačine struje, polarizirane svjetlosti, kojima se prevodi ono što konkretno pokazuju ti instrumenti. Ali teorija kojima se oni služe kao i instrumenti koje upotrebljavaju s područja su fizike; prihvaćajući skupa s instrumentima teorije bez kojih bi ono što oni pokazuju bilo lišeno smisla, u fizičara se pouzdaju kemičar i fiziolog, za fizičara pretpostavljaju da je nepogrešiv. Naprotiv, fizičar se mora pouzdavati u svoje vlastite teorijske ideje ili u teorijske ideje njemu sličnih. S logičkog gledišta razlika je od male važnosti; za fiziologa, za kemičara kao i za fizičara iskaz o rezultatu jednog eksperimenta implicira općenito čin vjere u cio jedan skup teorija.

§ II — *Da jedan fizički eksperiment ne može nikada opovrgnuti jednu izdvojenu hipotezu nego samo cio jedan skup teorija*

Fizičar koji izvodi neki eksperiment ili o njemu izvještava priznaje implicitno točnost čitava skupa teorija. Priznajmo taj princip i pogledajmo koje se konzekvence mogu odatle izvesti kad se *nastoji procijeniti uloga i logički domašaj jednog fizičkog* eksperimenta.

Da izbjegnemo svaku zbrku, lučit ćemo dvije vrste eksperimenata: eksperimente *primjene,* o kojima ćemo odmah nešto reći, i eksperimente *provjere,* kojima nadasve treba da se pozabavimo.

Pred vama je jedan fizikalni problem koji treba praktično riješiti: da proizvedete taj i taj učinak, želite se poslužiti spoznajama što su ih stekli fizičari; želite na primjer, upaliti jednu električnu svjetiljku s usijanim nitima. Prihvaćene vam teorije naznačuju način rješavanja tog problema. Ali da se poslužite tim načinom, morate sebi pribaviti određene obavijesti;

morate, pretpostavljam, utvrditi elektromotornu silu baterije akumulatora kojima raspolažete; vi mjerite tu elektromotornu silu; eto jednog *eksperimenta primjene*. Taj eksperiment nema za cilj provjeriti da li su prihvaćene teorije točne ili nisu; on se naprosto namjerava okoristiti tim teorijama. Da ga izvedete, služite se instrumentima koje legaliziraju upravo te teorije. Nema u tome ničega što vrijeđa logiku.

Ali eksperimenti primjene nisu jedini koje fizičar mora vršiti. Jedino putem njih znanost može pomagati praksi, ali znanost se putem njih nikako ne stvara i ne razvija. Uz eksperimente primjene postoje *eksperimenti provjere*.

Jedan fizičar pobija taj i taj zakon; on stavlja u sumnju tu i tu točku teorije; kako će opravdati svoje sumnje? Iz inkriminiranog stava izvest će predviđanje jedne iskustvene činjenice; ostvarit će uvjete u kojima ta činjenica mora nastati; ako se najavljena činjenica ne ostvari, stav koji ju je predvidio bit će nepovratno otpisan.

F.-E. Neumann je pretpostavio da je u jednoj zraki polarizirane svjetlosti vibracija paralelna ravnini polarizacije. Mnogi su fizičari osporavali taj stav. Kako je gosp. O. Wiener postupio da tu sumnju pretvori u izvjesnost, da osudi Neumannov stav? Evo koju je konzekvencu izveo iz tog stava. Ako se izazove interferencija jednog svjetlosnog snopa odbijenog pod kutom od 45° od staklene ploče, s upadnim snopom polariziranim okomito na ravninu upada, moraju nastati naizmjenično svijetli i tamni pojasevi paralelni s površinom odbijanja. On je ostvario uvjete u kojima su trebali nastati pojasevi i pokazao da se predviđeni fenomen ne javlja. Zaključio je da je stav F.-E. Neumanna neistinit, da u jednoj polariziranoj zraki vibracija nije paralelna s ravninom polarizacije.

Takav način dokazivanja čini se isto tako uvjerljivim, isto tako neoborivim kao redukcija *ad absurdum* uobičajena u geometriji. Uostalom, taj je dokaz i rađen po uzoru na redukciju *ad absurdum,* pri čemu eksperimentalna proturječnost igra u jednom ulogu koju logička proturječnost igra u drugom.

U stvari, ni izdaleka nije potrebno da dokazna vrijednost eksperimentalne metode bude tako rigorozna, tako apsolutna; uvjeti u kojima ona funkcionira mnogo su kompliciraniji nego što je to bilo pretpostavljeno u onome što smo upravo rekli; ocjenjivanje rezultata mnogo je delikatnije i nepouzdanije.

Fizičar namjerava dokazati netočnost nekog stava. Da bi izveo iz tog stava predviđanje neke pojave, da bi izveo eksperiment koji treba da pokaže da li se ta pojava ostvaruje ili se ne ostvaruje, da bi interpretirao rezultate tog eksperimenta i konstatirao da se predviđena pojava ne ostvaruje, on se ne

ograničuje na to da se služi spornim stavom; također upotrebljava cio jedan skup teorija koje on prihvaća bez diskusije. Predviđanje pojave čije neostvarivanje treba da prekine raspravu ne proizlazi iz spornog stava uzetog izdvojeno nego iz spornog stava zajedno s tim čitavim skupom teorija. Ako se predviđena pojava ne ostvari, nije sporni stav jedini stavljen u pitanje nego čitav teorijski splet kojim se fizičar poslužio. Jedina stvar kojoj nas uči eksperiment jest da između svih stavova koji su upotrijebljeni za predviđanje te pojave i za konstatiranje da se ona nije ostvarila postoji najmanje jedna *greška; ali gdje leži ta pogreška, to je ono što nam eksperiment* ne kaže. Hoće li fizičar izjaviti da je ta pogreška sadržana upravo u stavu što ga je želio opovrgnuti a ne drugdje? U tom slučaju on implicitno prihvaća točnost svih drugih stavova kojima se poslužio. Koliko vrijedi njegovo povjerenje, toliko vrijedi njegov zaključak.

Uzmimo, na primjer, eksperiment što ga je zamislio Zenker a realizirao gosp. O. Wiener: da bi predvidio formiranje pojaseva u određenim okolnostima i da bi pokazao da se ti pojasevi ne javljaju gosp. O. Wiener nije se poslužio samo glasovitim stavom F.-E. Neumanna, stavom koji je želio opovrći; on nije samo prihvatio da su u polariziranoj zraci vibracije paralelne ravnini polarizacije; poslužio se osim toga stavovima, zakonima, hipotezama koji čine općenito prihvaćenu optiku. Pretpostavio je da se svjetlost sastoji od jednostavnih periodičkih vibracija, da su te vibracije okomite na svjetlosnu zraku, da u svakoj točki srednja kinetička energija vibracionog kretanja jest mjera svjetlosnog intenziteta, da više ili manje potpuno oštećenje emulzije fotografskog filma označuje različite stupnjeve tog intenziteta. Združujući s Neumannovim te različite stavove i mnogo drugih koje bi bilo predugačko nabrajati, Wiener je uzmogao formulirati jedno predviđanje i utvrditi da eksperiment opovrgava to predviđanje. Ako se, prema gosp. Wieneru, opovrgavanje odnosi jedino na Neumannov stav, ako on jedini treba da snosi odgovornost za pogrešku što ju je to opovrgnuće iznijelo na vidjelo, to znači da gosp. Wiener smatra da su drugi stavovi što ih je naveo izvan sumnje. Ali to se povjerenje ne nameće logičkom nužnošću. Ništa ne priječi da točnim smatramo stav F.-E. Neumanna i da težinu eksperimenalne proturječnosti prebacimo na neki drugi stav općenito prihvaćene optike. Neumannova se hipoteza, kao što je pokazao gosp. H. Poincaré, može staviti izvan dometa eksperimenta gosp. O. Wienera, ali uz uvjet da se u zamjenu napusti *hipoteza koja uzima srednju kinetičku energiju vibracionog* kretanja kao mjeru svjetlosnog intenziteta. Bez izlaganja opas-

nosti da nam eksprimenti proturječe može se vibracija učiniti paralelnom s ravninom polarizacije pod uvjetom da se svjetlosni intenzitet mjeri srednjom potencijalnom energijom medija koji deformira vibraciono kretanje.

Ti principi imaju takvu važnost da možda neće biti naodmet primijeniti ih na jedan drugi primjer. Izaberimo opet jedan eksperiment iz optike smatran jednim od najodlučnijih.

Zna se da je Newton smislio jednu teoriju optičkih fenomena, teoriju emisije. Teorija emisije pretpostavlja da je svjetlost sastavljena od krajnje finih projektila koje velikom brzinom odašilju sunce i drugi svjetlosni izvori. Ti projektili prodiru kroz sva prozirna tijela. Od strane raznih dijelova sredina unutar kojih se kreću oni trpe privlačna ili odbojna djelovanja. Ta su djelovanja veoma jaka kad je razdaljina koja odvaja čestice u djelovanju sasvim malena, a ona nestaju kad se mase između kojih se ona odvijaju osjetno udalje. Te bitne hipoteze, združene s više drugih preko kojih šutke prelazimo, vode do formuliranja jedne potpune teorije odbijanja i prelamanja svjetlosti. One napose povlače sljedeću konzekvencu: indeks loma svjetlosti koja prelazi iz jedne sredine u drugu jednak je brzini svjetlosnog projektila u sredini u koju ulazi podijeljenoj brzinom istog projektila u sredini koju napušta.

Tu je posljedicu Arago odabrao da teoriju emisije dovede do proturječnosti s činjenicama. Iz tog stava, u stvari, proizlazi ovaj drugi: svjetlost se u vodi kreće brže nego u zraku. Arago je, dakle, ukazao na postupak za uspoređivanje brzine svjetlosti u zraku s brzinom svjetlosti u vodi. Doduše, postupak je bio neprimjenjiv, ali Foucault je modificirao eksperiment na taj način da je mogao biti izveden i on ga je izveo. Ustanovio je da se svjetlost u vodi širi sporije nego u zraku. S Foucaultom se odatle može zaključiti da je sistem emisije nespojiv s činjenicama.

Kažem *sistem* emisije a ne *hipoteza* emisije; u stvari, ono što eksperiment proglašuje okaljanim greškom čitav je jedan skup stavova koje je prihvatio Newton a poslije njega Laplace i Biot. To je cjelokupna teorija iz koje se izvodi odnos između indeksa loma i brzine svjetlosti u različitim sredinama. Ali osuđujući taj sistem u cjelini, izjavljujući da je okaljan greškom, eksperiment nam nije rekao gdje se nalazi ta greška: da li je ona u fundamentalnoj hipotezi da se svjetlost sastoji od projektila koje svjetleća tijela izbacuju velikom brzinom? Da li je ona u nekoj drugoj pretpostavki koja se odnosi na djelovanja koja svjetlosne korpuskule trpe od sredina unutar kojih se kreću? O tome ne znamo ništa. Bilo bi prenagljeno misliti, kako je, čini se, mislio Arago, da Foucaultov eksperi-

ment zauvijek osuđuje samu hipotezu emisije, izjednačavanje zrake svjetlosti s rafalom projektila. Da su fizičari pridavali kakvu vrijednost tom zadatku, oni bi bez sumnje uspjeli na toj pretpostavci zasnovati optički sistem koji bi se slagao s Foucaultovim eksperimentom.

Sve u svemu, fizičar ne može nikada podvrgavati eksperimentalnoj provjeri jednu izdvojenu hipotezu nego samo cio jedan skup hipoteza. Kad je eksperiment u neskladu s njegovim predviđanjima, on ga uči da je barem jedna od hipoteza koje čine taj skup neprihvatljiva i treba da bude modificirana. Ali eksperiment mu ne naznačuje onu koju treba mijenjati.

Evo nas veoma daleko od eksperimentalne metode kakvom je rado zamišljaju osobe kojima je strano njezino funkcioniranje. Općenito se misli da je moguće svaku od hipoteza kojima se služi fizika uzimati zasebno, podvrgavati je eksperimentalnoj provjeri a zatim, kad su raznovrsne i višestruke provjere utvrdile njezinu vrijednost, staviti je na neki definitivan način na njezino mjesto u sistemu fizike. U stvari, to nije tako. Fizika nije stroj koji se dade rastaviti. Ne može se ispitivati zasebno svaki komad i, da ga se namjesti, čekati da njegova čvrstoća bude veoma pažljivo provjerena. Fizikalna je znanost sistem koji treba biti uzet kao cjelina; to je organizam kod kojeg ne može funkcionirati jedan dio a da dijelovi najudaljeniji od njega ne uđu u igru, jedni više, drugi manje, a svi u nekoj mjeri; ako se u tom funkcioniranju otkrije neka nezgoda, neka slabost, upravo po učinku proizvedenu na sistem u svoj njegovoj cjelini fizičar će morati pogoditi koji organ treba popraviti ili modificirati a neće mu biti moguće izdvojiti taj organ i zasebno ga razmotriti. Urar kojem damo sat koji ne ide rastavlja sve njegove kotačiće i ispituje ih jedan po jedan sve dok ne pronađe koji je neispravan ili slomljen; liječnik kome dovode bolesnika ne može ga secirati da ustanovi svoju dijagnozu. On mora pogoditi žarište i uzrok bolesti jedino promatranjem poremećaja koji zahvaćaju čitavo tijelo. Liječniku a ne uraru sličan je fizičar zadužen da ispravi jednu šepavu teoriju.

§ III — *U fizici je nemoguć* „experimentum crucis"

Zadržimo se još na ovome, jer dotičemo jednu od bitnih točaka eksperimentalne metode kako se ona upotrebljava u fizici.

Svođenje na apsurd, koje se čini kao da je samo način opovrgavanja, može postati metoda dokazivanja: da se dokaže

da je jedan stav istinit dovoljno je dovesti do neke apsurdne konzekvence onoga koji prihvaća stav kontradiktoran tom stavu. Zna se koliku su korist grčki geometri izvlačili iz tog načina dokazivanja.

Oni koji izjednačuju eksperimentalnu proturječnost sa svođenjem na apsurd misle da je u fizici moguće upotrijebiti argument sličan onome kojim se Euklid tako često služio u geometriji. Želite li dobiti neko sigurno, neprijeporno teorijsko objašnjenje određene skupine pojava? Nabrojte sve hipoteze koje je moguće iznijeti da se objasni ta skupina pojava; potom eksperimentalnom proturječnošću eliminirajte ih sve osim jedne; ta posljednja prestat će biti hipotezom i postat će izvjesnost.

Pretpostavite, na primjer, da su prisutne samo dvije hipoteze; tražite takve eksperimentalne uvjete da jedna od tih hipoteza najavljuje nastanak jedne pojave a druga nastanak sasvim različite pojave; ostvarite te uvjete i promatrajte što se zbiva; prema tome da li opazite prvu od predviđenih pojava ili drugu osudit ćete drugu hipotezu ili prvu; ona koja ne bude osuđena bit će odsada neprijeporna; spor će biti zaključen i jedna će nova istina biti stečena za Znanost. Takav je eksperimentalni dokaz koji je autor *Novog organona* nazvao *„križnom činjenicom*, posuđujući taj izraz od križeva koji na uglovima cesta naznačuju različite putove".

Postoje dvije hipoteze u vezi s prirodom svjetlosti: za Newtona, za Laplacea, za Biota svjetlost se sastoji od projektila izbačenih ekstremnom brzinom; za Huygensa, za Younga, za Fresnela svjetlost se sastoji od vibracija čiji se valovi šire kroz eter. Te su dvije hipoteze jedine čija se mogućnost nazire: ili je kretanje nošeno tijelom koje ga doživljava i s kojim ostaje vezano, ili prelazi s jednog tijela na drugo. Slijedimo prvu hipotezu: ona nam najavljuje da se svjetlost kreće brže u vodi nego u zraku. Slijedimo drugu: ona nam najavljuje da se svjetlost kreće brže u zraku nego u vodi. Postavimo Foucaultovu spravu; stavimo u pokret rotirajuće zrcalo; pred našim očima oblikovat će se dvije svjetlosne mrlje, jedna bezbojna, druga zelenkasta. Je li zelenkasti pojas lijevo od bezbojnog pojasa? To znači da se svjetlost brže kreće u vodi nego u zraku i da je valna hipoteza pogrešna. Što ako je, naprotiv, zelenkasti pojas desno od bezbojnoga? To znači da se svjetlost brže kreće u zraku nego u vodi i da je hipoteza emisije osuđena. Gledamo kroz povećalo koje služi za promatranje dviju svjetlosnih mrlja i konstatiramo da je zelenkasta mrlja desno od bezbojne: spor je riješen, svjetlost nije

tijelo nego je vibracijsko gibanje koje se širi kroz eter; hipoteza emisije je mrtva i valna hipoteza ne može biti stavljena u sumnju. Krucijalni eksperiment učinio ju je novim člankom znanstvenog *Creda*.

Ono što smo rekli u prethodnom odlomku pokazuje koliko bismo se prevarili pripisujući Foucaultovu eksperimentu tako jednostavan smisao i tako odlučujući značaj. Foucaultov eksperiment ne odlučuje između dviju hipoteza, hipoteze emisije i valne hipoteze, nego odlučuje između dva teorijska skupa od kojih svaki treba biti uzet u cjelini, između dva potpuna sistema, Newtonove optike i Huygensove optike.

Ali pretpostavimo za trenutak da je u svakom od tih sistema *sve neumitno*, da je *nužno po logičkoj nužnosti sve osim* jedne jedine hipoteze; pretpostavimo, u skladu s time, da činjenice, osuđujući jedan od tih dvaju sistema, osuđuju s izvjesnošću jedinu sumnjivu pretpostavku koju on sadrži. Proizlazi li odatle da se može u *experimentumu crucis* naći neoboriv postupak da se transformira u dokazanu istinu jedna od dviju hipoteza koje su pred nama isto kao što redukcija na apsurd *jednoga geometrijskog stava donosi izvjesnost njemu* kontradiktornom stavu? Između dva geometrijska teorema koji su međusobno kontradiktorni nema mjesta za neki treći sud; ako je jedan neistinit, drugi je nužno istinit. Čine li dvije fizičke hipoteze ikada jednu tako strogu dilemu? Hoćemo li se ikada usuditi da ustvrdimo da nije zamisliva nijedna druga hipoteza? Svjetlost može biti rafal projektila; ona može *biti vibracijsko kretanje čije valove širi neka elastična sredina*; je li njoj zabranjeno da bude bilo što drugo? Arago je bez sumnje to mislio kad je formulirao ovu odlučnu alternativu: Kreće li se svjetlost brže u vodi nego u zraku? „Svjetlost je tijelo. Ako se događa suprotno, svjetlost je val." Ali nama bi bilo teško izraziti se u jednom tako odlučnom obliku. Doista, Maxwell nam je pokazao da se isto tako dobro svjetlost *može pripisati* jednom periodičkom električnom poremećaju koji se širi unutar neke sredine nevodiča elektriciteta.

Eksperimentalna kontradikcija nema — kao svođenje na apsurd koje *upotrebljavaju geometri — moć da transformira* jednu fizičku hipotezu u neospornu istinu; da bismo joj tu moć dali, trebalo bi iscrpno nabrojiti raznovrsne hipoteze koje bi mogla dopustiti određena skupina pojava; ali fizičar nikada nije siguran da je iscrpio sve zamislive pretpostavke; istinitost jedne fizikalne teorije ne odlučuje se glavom ili pismom.

§ IV — *Kritika newtonovske metode. — Prvi primjer: nebeska mehanika.*

Iluzorno je težiti da se pomoću eksperimentalne kontradikcije konstruira neka argumentacija koja oponaša svođenje na apsurd; ali da bi dospjela do izvjesnosti, geometrija poznaje drugačijih sredstava nego što je to postupak *per absurdum;* izravno dokazivanje, gdje se istinitost jednog stava ustanovljuje njom samom a ne opovrgavanjem njemu kontradiktornog stava, njoj se čini najsavršenijim rasuđivanjem. Možda bi fizikalna teorija bila sretnija u svojim pokušajima kad bi nastojala oponašati izravno dokazivanje. Hipoteze počevši od kojih će ona razvijati svoje zaključke morale bi tada biti provjeravane jedna po jedna; nijedna od njih ne bi smjela biti prihvaćena sve dok ne pokaže svu izvjesnost što je eksperimentalna metoda može dati nekom apstraktnom i općenitom stavu; to jest, svaki će stav nužno biti ili zakon izveden iz opažanja jedino upotrebom tih dviju intelektualnih operacija koje se nazivaju indukcijom i generalizacijom, ili, pak, zaključak matematički izveden iz takvih zakona; teorija zasnovana na takvim hipotezama ne bi više pokazivala ništa proizvoljno niti dvojbeno; ona bi zasluživala sve ono povjerenje kojega su dostojne sposobnosti koje nam služe da formuliramo prirodne zakone.

Takvu je fizikalnu teoriju Newton obasipao hvalom kad je u *Scholium generale,* koji je kruna njegovih *Principa,* tako odlučno izbacivao iz prirodne filozofije svaku hipotezu koju indukcija nije ni na koji način izvukla iz eksperimenta i kad je tvrdio da u valjanoj fizici svaki stav mora biti izveden iz pojava i generaliziran indukcijom.

Idealna metoda što smo je netom opisali zaslužuje, dakle, s punim pravom da bude nazvana newtonovskom metodom. Uostalom, nije li je se Newton držao kad je uspostavio sistem sveopćeg privlačenja dodajući tako svojim pravilima najgrandiozniji primjer? Ne izvodi li se njegova teorija gravitacije sva iz zakona što ih je opažanje otkrilo Kepleru, zakona koje problematično rasuđivanje transformira i čije konzekvence indukcija generalizira?

Ovaj prvi Keplerov zakon: „Radius vektor koji ide od Sunca do planeta prelazi površinu proporcionalnu vremenu u kojem se opaža kretanje tog planeta" naučio je, naime, Newtona da je svaki planet stalno podvrgnut sili u pravcu Sunca.

Drugi Keplerov zakon: „Orbita svakog planeta je elipsa kojoj je Sunce jedno od žarišta" poučio ga je da sila koja pri-

vlači *određeni planet varira s udaljenošću tog planeta od Sunca* i da je ona u obrnutu omjeru s kvadratom te udaljenosti.

Treći Keplerov zakon: „Kvadrati trajanja revolucije različitih planeta proporcionalni su kubusima velikih osi njihovih orbita" pokazao mu je da bi različiti planeti, dovedeni na istu udaljenost od Sunca, bili od strane te zvijezde izloženi privlačenjima proporcionalnim njihovim masama.

Eksperimentalni zakoni ustanovljeni od Keplera, transformirani geometrijskim rasuđivanjem, donose sva obilježja koja pokazuje djelovanje što ga Sunce vrši na neki planet; Newton indukcijom generalizira dobiveni rezultat; on pretpostavlja da taj rezultat izražava zakon po kojemu ma koji dio materije djeluje na ma koji drugi dio i formulira sljedeći veliki princip: *„Bilo koja dva tijela uzajamno se privlače silom koja je proporcionalna umnošku njihovih masa a u obrnutu razmjeru s kvadratom udaljenosti koja ih razdvaja"*. Princip univerzalne gravitacije je pronađen, do njega se došlo bez upotrebe bilo koje fiktivne hipoteze, induktivnom metodom čiji je plan zacrtao Newton.

Ispitajmo pobliže primjenu newtonovske metode, pogledajmo hoće li nešto stroža logička analiza ostaviti i dalje izgled strogosti i jednostavnosti što joj ga pridaje ovo odveć sumarno izlaganje.

Da ovom raspravljanju osiguramo svu potrebnu jasnoću, započnimo prisjećajući se onog principa, dobro poznatog svima onima koji se bave mehanikom: ne bi se moglo govoriti *o sili koja privlači neko tijelo u danim okolnostima prije nego* što smo naznačili pretpostavljeno fiksnu referencijalnu točku u odnosu na koju se govori o kretanju svih tijela. Kad se mijenja ta točka usporedbe, sila koja predstavlja proizvedeni učinak na promatranu tijelu od drugih tijela kojima je okruženo mijenja smjer i veličinu *prema pravilima što ih s točnošću* iskazuje mehanika.

Pošto je to izloženo, pratimo Newtonovo rasuđivanje.

Newton najprije uzima Sunce kao nepokretnu točku usporedbe. On razmatra kretanja koja odlikuju razne planete u odnosu na tu točku. On pretpostavlja da tim kretanjima upravljaju Keplerovi zakoni i odatle izvlači sljedeći stav: ako je Sunce točka usporedbe u odnosu na koju se mjere sve sile, svaki je planet podvrgnut sili u pravcu Sunca, proporcionalnoj masi tog planeta i u obrnutu omjeru s kvadratom udaljenosti *od Sunca. Što se tiče te zvijezde,* budući da je uzeta za točku usporedbe, ona nije podvrgnuta nijednoj sili.

Newton na analogan način proučava kretanje satelita i za svaki od njih kao nepokretnu točku usporedbe odabire pla-

net koji satelit prati, Zemlju ako se radi o proučavanju kretanja Mjeseca, Jupiter ako se bavimo masama oko tog planeta. Zakoni posve slični Keplerovima uzeti su kao pravila tih kretanja; odatle proizlazi da se može formulirati sljedeći novi stav: ako se uzme kao nepokretna točka usporedbe planet koji neki satelit prati, taj je satelit podvrgnut sili u pravcu tog planeta i u obrnutu razmjeru od kvadrata udaljenosti od tog planeta. Ako, kao što je slučaj s Jupiterom, isti planet ima više satelita, ti sateliti, dovedeni na istu udaljenost od tog planeta, sa svoje bi strane bili izloženi silama proporcionalnima svojim masama. Što se tiče tog planeta, on nije izložen nikakvu djelovanju od strane satelita.

Takvi se stavovi u veoma preciznom obliku mogu formulirati na osnovu Keplerovih zakona koji se odnose na kretanje planeta i na osnovi proširenja tih zakona na kretanje satelita. Umjesto tih stavova Newton je naveo jedan drugi koji se može ovako izraziti: ma koja dva nebeska tijela vrše jedno na drugo privlačno djelovanje po pravcu koji ih povezuje, proporcionalno umnošku njihove mase i u obrnutu omjeru od kvadrata udaljenosti koja ih razdvaja. Taj iskaz pretpostavlja da se sva kretanja i sve sile odnose na istu točku usporedbe; ta je točka idealan orijentir što ga geometar može dobro zamisliti, ali čiji položaj na nebu nijedno tijelo ne označuje na točan i konkretan način.

Je li taj princip univerzalne gravitacije jednostavna generalizacija dvaju iskaza što su ih pružili Keplerovi zakoni i njihovo proširenje na kretanje satelita? Može li indukcija izvući taj princip iz tih dvaju iskaza? Nikako. U stvari, on nije samo općenitiji od tih dvaju iskaza i nije samo heterogen u odnosu na njih nego je u proturječju s njima. Ako prihvati princip univerzalnog privlačenja, proučavalac mehanike može izračunati veličinu i smjer sila koje djeluju na različite planete i Sunce kad se Sunce uzme za točku usporedbe, ali i on tada otkriva da te sile nikako nisu onakve kakve bi zahtijevao naš prvi iskaz. On može odrediti veličinu i smjer svake od sila koje djeluju na Jupiter i njegove satelite kad se sva ta gibanja dovode u vezu s tim planetom za koji se pretpostavlja da je nepokretan, ali on tada konstatira da te sile nikako nisu onakve kakve bi zahtijevao naš drugi iskaz.

Dakle, suprotno pretpostavci da bi se princip univerzalne gravitacije mogao generalizacijom i indukcijom izvesti iz opažajnih zakona koje je formulirao Kepler, on formalno proturječi tim zakonima. Ako je Newtonova teorija točna, Keplerovi su zakoni nužno neistiniti.

Ne prenose, dakle, zakoni što ih je Kepler izveo iz promatranja nebeskih gibanja svoju neposrednu eksperimentalnu izvjesnost na princip univerzalne sile teže, jer obrnuto, kad bi se priznavala apsolutna točnost Keplerovih zakona, bili bismo prisiljeni odbaciti stav na kojem Newton zasniva nebesku mehaniku. Daleko od toga da se poziva na Keplerove zakone, fizičar koji hoće opravdati teoriju univerzalne gravitacije ponajprije nalazi u tim zakonima jedan prigovor koji treba razriješiti: on mora dokazati da njegova teorija, nespojiva s točnošću tih zakona, podvrgava gibanja tih planeta i satelita drugim zakonima dovoljno malo različitima od onih prvih da Tycho Brahé, Kepler i njihovi suvremenici nisu mogli lučiti odstupanja kojima se keplerovske orbite razlikuju od newtonovskih; taj se dokaz izvodi iz okolnosti što je sunčeva masa veoma velika u odnosu na mase različitih planeta i što je masa jednog planeta veoma velika u odnosu na mase satelita.

Ako, dakle, izvjesnost Newtonove teorije ne proizlazi iz izvjesnosti Keplerovih zakona, kako će ta teorija dokazati svoju valjanost? Ona će izračunati, sa svom približnom točnošću što je dopuštaju neprestano usavršavane algebarske metode, *perturbacije* koje u svakom trenutku pomjeraju svako od nebeskih tijela od orbite koju bi joj propisivali Keplerovi zakoni; zatim će ona usporediti izračunane perturbacije s perturbacijama koje su bile opažene pomoću najpreciznijih instrumenata i najtočnijih metoda. Takva usporedba neće se odnositi samo na ovaj ili onaj dio newtonovskog principa nego će uključivati sve njegove dijelove u isto vrijeme; skupa s njim ona će uključivati i sve principe dinamike; osim toga, pozvat će u pomoć sve stavove optike, statike plinova, teorije topline koji su nužni za opravdavanje svojstava teleskopa, za njihovo konstruiranje, za njihovo podešavanje, za njihovo korigiranje, za eliminiranje grešaka prouzročenih dnevnom ili godišnjom aberacijom i atmosferskim prelamanjem. Ne radi se više o tome da se uzimaju jedan po jedan zakoni opravdani opažanjem i da se svaki od njih indukcijom i generalizacijom uzdiže na rang principa; radi se o uspoređivanju konzekvenci cijelog jednog skupa hipoteza s cijelim jednim skupom činjenica.

Ako sad potražimo razloge koji su doveli do neuspjeha newtonovske metode u ovom slučaju za koji je bila smišljena i za koji se činilo da je njezina najsavršenija primjena, naći ćemo ih u toj dvostrukoj naravi svakog zakona kojim se poslužila teorijska fizika: taj je zakon simboličan i on je približan.

Bez sumnje, Keplerovi se zakoni odnose prilično direktno na same predmete astronomskog promatranja; oni su onoliko malo simbolični koliko je to uopće moguće. Ali u tom čisto eksperimentalnom obliku oni ostaju neprikladni za to da sugeriraju princip univerzalne sile teže; da bi stekli tu plodonosnost, treba da budu transformirani da bi pokazali osobine sila kojima Sunce privlači razne planete.

Ali taj je novi oblik Keplerovih zakona jedan simbolički oblik; jedino dinamika daje smisao riječima *sila* i *masa* koje omogućuju njegovo iskazivanje; jedino dinamika dopušta da se navedu nove simboličke formule umjesto starih realističkih formula, da se navedu iskazi koji se odnose na *sile* i na *mase* umjesto zakona koji se odnose na orbite. Legitimnost takve zamjene *podrazumijeva puno povjerenje u zakone dinamike.*

A da se opravda to povjerenje nećemo tvrditi da su zakoni dinamike bili izvan sumnje u času kad se Newton njima poslužio da simbolički prevede Keplerove zakone i da su od eksperimenta dobili potvrdu dovoljnu da pridobije slaganje razuma. U stvari, oni su dotada bili podvrgnuti samo vrlo grubim provjerama; čak su i njihovi iskazi ostali veoma neodređeni i veoma uvijeni; samo su u knjizi *Principi* bili po prvi puta formulirani na precizan način; tek su u slaganju činjenica s nebeskom mehanikom, koje je proizišlo iz Newtonovih radova, oni dobili svoje prve uvjerljive verifikacije.

Tako je prijevod Newtonovih zakona u simboličke zakone, jedine koji su korisni teoriji, pretpostavljao prethodno prihvaćanje fizičara cijelog jednog skupa hipoteza. Ali osim toga kako su Keplerovi zakoni bili samo približni zakoni, dinamika je dopuštala da se dade bezbroj njihovih različitih simboličkih prijevoda. Između tih beskonačno mnogo različitih oblika ima jedan i samo jedan koji se slaže s Newtonovim principom. Promatranja Tycha Brahéa, koja je Kepler tako sretno sveo na zakone, dopuštaju teoretičaru da odabere taj oblik; ali ona ga ne sile na to; ona bi mu podjednako dopustila da odabere bezbroj drugih.

Teoretičar se, dakle, ne može zadovoljiti navođenjem Keplerovih zakona da opravda svoj izbor. Ako hoće dokazati da je princip što ga je usvojio uistinu princip prirodne klasifikacije za nebeska gibanja, treba da pokaže da se opažene perturbacije slažu s onima koje je on unaprijed izračunao i treba da po kretanju Urana izvede zaključak o postojanju i položaju jednog novog planeta te da u naznačenu pravcu na vrhu svog teleskopa pronađe Neptun.

§ V — *Kritika newtonovske metode (nastavak). — Drugi primjer: elektrodinamika.*

Poslije Newtona nitko nije jasnije od Ampèrea izjavio da svu fizikalnu teoriju treba izvoditi iz iskustva jedino pomoću indukcije; nijedno djelo nije točnije oblikovano prema *Philosophiae naturalis Principia mathematica* nego njegova *Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience.*

„Epoha što su je Newtonovi radovi obilježili u povijesti znanosti nije samo epoha najvažnijih otkrića što ih je čovjek izvršio o uzrocima velikih prirodnih pojava; to je također epoha u kojoj je ljudski duh sebi otvorio nov put u znanostima koje imaju za predmet proučavanje tih pojava." Tim riječima Ampère započinje izlaganje svoje *Théorie mathématique,* a nastavlja sljedećim riječima:

„Newton je bio daleko od toga da misli, da bi zakon o univerzalnoj sili teže bilo moguće otkriti polazeći od manje ili više plauzibilnih apstraktnih razmatranja. On je ustanovio da ga treba izvesti iz opaženih činjenica ili, bolje rekavši, iz onih empirijskih zakona koji su, kao Keplerovi zakoni, samo generalizirani rezultati jednog velikog broja činjenica.

Najprije promatrati činjenice, varirati koliko je god moguće okolnosti njihova pojavljivanja, uz taj primarni posao vršiti precizna mjerenja da bi se odatle izveli opći zakoni utemeljeni jedino na iskustvu i da bi se iz tih zakona, nezavisno o svakoj hipotezi o prirodi sila koje proizvode te pojave, izvela matematička vrijednost tih sila, to jest formula koja ih prikazuje, to je put kojim je išao Newton. On je bio. općenito uzevši, usvojen u Francuskoj od učenjaka kojima fizika duguje ogroman napredak što ga je ostvarila u ovo posljednje vrijeme i taj mi je put poslužio kao vodič u svim mojim istraživanjima elektrodinamičkih pojava. Konzultirao sam jedino iskustvo da ustanovim zakone tih pojava a odatle sam izveo formulu koja jedina može prikazati sile koje su njihov uzrok; nisam izvršio nikakvo istraživanje o samom uzroku što ga se može pripisati tim silama sasvim uvjeren da svakom istraživanju te vrste treba da prethodi čisto eksperimentalna spoznaja zakona i utvrđivanje vrijednosti elementarne sile izvedeno jedino iz tih zakona."

Nije potrebna pažljiva niti jako oštroumna kritika da se uvidi da *Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques* nimalo ne postupa u skladu s metodom koju joj Ampère pripisuje, da ona nije *izvedena jedino iz iskustva.* Iskustvene činjenice, uzete u svojoj primitivnoj sirovosti, ne

bi mogle poslužiti matematičkom zaključivanju; da bi pružile materijal tom zaključivanju one moraju biti transformirane i stavljene u simbolički oblik. Ampère ih podvrgava toj transformaciji. On se ne zadovoljava time da svede metalne sprave kojima kruže struje u jednostavne geometrijske likove; takvo izjednačivanje nameće se odveć prirodno a da bi se izlagalo ozbiljnoj sumnji. Isto tako on se ne zadovoljava upotrebom pojma *sile*, posuđenog od mehanike i raznih teorema koji čine tu znanost; u epohi u kojoj on piše ti se teoremi mogu smatrati nespornima. Osim toga, poziva se na cijeli skup potpuno novih, potpuno nedokazanih hipoteza, ponekad čak ponešto iznenađujućih. Među tim hipotezama posebno treba spomenuti intelektualnu operaciju kojom on raščlanjuje na beskrajno male elemente električnu struju koja u stvarnosti ne može biti prekinuta a da ne prestane postojati; zatim pretpostavku da se sva realna elektrodinamička djelovanja dadu rastaviti na fiktivna djelovanja koja uključuju parove što ih elementi struje tvore dva po dva; potom postulat da se uzajamna djelovanja dvaju elemenata svode na dvije sile koje djeluju na elemente po pravcu koji ih spaja, međusobno jednake i izravno suprotstavljene; potom onaj drugi postulat da udaljenost *između dvaju elemenata ulazi jednostavno u formulu njihova* uzajamna djelovanja u obrnutoj vrijednosti određene potencije.

Te su različite pretpostavke tako malo očevidne, tako malo neizbježive da ih je više bilo kritizirano ili odbačeno od Ampèreovih sljedbenika; druge hipoteze, jednako prikladne za simboličko prevođenje fundamentalnih eksperimenata elektrodinamike, predložili su drugi fizičari; ali nijedan od njih nije uspio dati taj prijevod bez formuliranja nekog novog postulata i bilo bi apsurdno kada bi netko tvrdio da je to postigao.

*Nužda u kojoj se nalazi fizičar da simbolički prevede eks*perimentalne činjenice prije nego što ih uvede u svoja rasuđivanja čini za nj neupotrebljivim čisto induktivni put što ga je utro Ampère; taj mu je put i zabranjen zato što svaki od opažajnih zakona nije točan nego naprosto približan.

Ampèreovi eksperimenti imaju najgrublji stupanj aproksimacije. O opaženim činjenicama on daje simbolički prijevod primjeren napretku njegove teorije; ali koliko bi mu bilo lako iskoristiti neizvjesnost opažanja da dade jedan posve različit *njihov prijevod*! *Poslušajmo Wilhelma Webera*[5]:

---

[5] Wilhelm Weber: *Elektrodynamische Massbestimmungen*, Leipzig 1846 — Prevedeno u *Collection de Mémoires relatifs à la Physique* koju je objavila *Société française de Physique*; sv. III: *Mémoires sur l'Électrodynamique.*

„Ampèreu je bilo stalo do toga da izričito naznači u naslovu svoje rasprave da je njegova matematička teorija elektrodinamičkih pojava *izvedena isključivo iz eksperimenta* i u njoj se doista nalazi u detalje izložena njegova metoda koliko jednostavna toliko ingeniozna, koja ga je dovela njegovu cilju. U njoj se nalazi sa svom poželjnom opširnošću i preciznošću izlaganje njegovih eksperimenata, izvođenje koje on odatle izvlači za svoju teoriju i opis instrumenata koje upotrebljava. Ali u fundamentalnim eksperimentima poput onih o kojima je ovdje riječ nije dovoljno naznačiti opći smisao nekog eksperimenta, opisati instrumente kojima smo se poslužili da ga izvedemo i reći na jedan općenit način da je eksperiment dao rezultat koji se očekivao; neophodno je ući u detalje samog eksperimenta, reći koliko je puta bio ponavljan, kako su bili modificirani njegovi uvjeti i koji je bio učinak tih modifikacija; jednom riječju, dostaviti neku vrstu zapisnika o svim okolnostima koji dopušta čitaocu da dođe do suda o stupnju pouzdanosti i izvjesnosti rezultata. Ampère uopće ne daje te precizne pojedinosti o svojim eksperimentima i dokazivanje fundamentalnog zakona elektrodinamike još čeka tu neophodnu dopunu. Činjenica uzajamna privlačenja dviju žica-vodiča bila je verificirana mnogo i mnogo puta i potpuno je nesporna; ali te su verifikacije bile uvijek vršene u takvim uvjetima i takvim sredstvima da nikakvo *kvantitativno* mjerenje nije bilo moguće i ta mjerenja ni izdaleka nisu postigla stupanj preciznosti koji bi bio nužan da se zakon o tim pojavama može smatrati dokazanim.

Više nego jednom Ampère je iz *odsustva* bilo kakvog elektrodinamičkog djelovanja izvlačio iste konzekvence kao iz jednog mjerenja koje bi mu dalo rezultat jednak *nuli* i na taj način, uz veliku oštroumnost i još veću umješnost, uspio je ujediniti podatke nužne za uspostavljanje i dokazivanje svoje teorije; ali ti *negativni* eksperimenti kojima se treba zadovoljiti u odsutnosti izravnih *pozitivnih* mjerenja", ti eksperimenti gdje svi pasivni otpori, sva trenja, svi uzroci pogrešaka teže upravo tome da proizvedu učinak koji se želi opažati, „ne mogu imati svu onu vrijednost niti dokaznu snagu onih pozitivnih mjerenja, osobito kad ona nisu postignuta postupcima i u uvjetima istinskih mjerenja, što bi, uostalom, bilo nemoguće učiniti instrumentima koje je upotrebljavao Ampère".

Tako malo precizni eksperimenti prepuštaju fizičaru brigu da izabere među jednim bezbrojem podjednako mogućih simboličkih prijevoda; oni ne daju nikakvu izvjesnost izboru koji nikako ne nameću; intuicija, koja pogađa oblik teorije koju treba uspostaviti, jedina upravlja tim izborom. Ta je uloga

intuicije posebno važna u Ampèreovu djelu: dovoljno je prelistati spise tog velikog geometra da se uvidi da je svoju fundamentalnu formulu elektrodinamike u potpunosti pronašao nekom vrstom nagađanja, da su eksperimenti što ih je navodio bili zamišljeni naknadno i kombinirani sasvim namjerno da bi mogao izložiti po newtonovskoj metodi jednu teoriju koju je konstruirao nizom postulata.

Ampère je uostalom imao odveć iskrenosti a da bi sasvim svjesno prikrio ono što je njegovo izlaganje, *u potpunosti izvedeno iz eksperimenta,* imalo umjetnoga; na kraju svoje *Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques* on piše sljedeće retke: „Mislim da završavajući ovu raspravu moram primijetiti da još nisam imao vremena da dam konstruirati instrumente prikazane na slici 4 prve tablice i slici 20 druge tablice. Eksperimenti kojima su oni namijenjeni nisu, dakle, još bili urađeni." No prva od dviju sprava o kojima je tu riječ imala je za svrhu da realizira posljednji od četiri fundamentalna slučaja ravnoteže koji su poput stupova zgrade što ju je konstruirao Ampère; pomoću eksperimenta kojem je bila namijenjena ta sprava trebalo je utvrditi potenciju udaljenosti prema kojoj se odvijaju elektrodinamička djelovanja. Daleko, dakle, od toga da bi Ampèreova elektrodinamička teorija bila *u potpunosti izvedena iz eksperimenta,* eksperiment je imao veoma slab udio u njezinu formiranju; on je bio samo prigoda koja je probudila intuiciju genijalnog fizičara a ta je intuicija učinila ostalo.

Istraživanjima Wilhelma Webera bila je posve intuitivna Ampèreova teorija prvi put podvrgnuta brižljivoj usporedbi s činjenicama. Ali ta usporedba nije bila nikako izvedena newtonovskom metodom. Iz Ampèreove teorije uzete u cjelini Weber je izveo neke učinke koji su se mogli izračunati; teoremi statike i dinamike, štoviše, čak i neki stavovi optike dopustili su mu da smisli jednu spravu, elektrodinamometar, kojom su se ti isti učinci mogli podvrgnuti preciznim mjerenjima. Slaganje računskih predviđanja s rezultatima mjerenja ne potvrđuje tada više taj i taj izdvojeni stav Ampèreove teorije nego cio jedan skup elektrodinamičkih, mehaničkih i optičkih hipoteza na koje se treba pozvati da se interpretira svaki od Weberovih pokusa.

Ondje, dakle, gdje Newton nije uspio, Ampère se, sa svoje strane, spotaknuo i to još jače. To znači da dva neizbježiva grebena čine za fizičara neupotrebljivim čisto induktivan put. Na prvome mjestu, nijedan eksperimentalni zakon ne može teoretičaru poslužiti prije nego što je pretrpio interpretaciju koja ga transformira u simbolički zakon; a ta interpretacija

implicira prihvaćanje cijelog skupa teorija. Na drugome mjestu, nijedan eksperimentalni zakon nije točan, on je samo približan; on je, dakle, podložan bezbroju različitih simboličkih prijevoda; a među svim tim prijevodima fizičar mora odabrati onaj koji će teoriji pribaviti jednu plodonosnu hipotezu a da pri tome eksperiment nikako ne upravlja njegovim izborom.

Ta nas kritika newtonovske metode vodi natrag zaključcima do kojih nas je već dovela kritika eksperimentalne kontradikcije i krucijalnog eksperimenta. Ti zaključci zaslužuju da ih jasno formuliramo. Evo ih:

Nastojati odvojiti svaku od hipoteza teorijske fizike od ostalih pretpostavki na kojima počiva ta znanost da bi je se izdvojeno podvrglo provjeri opažanja znači tragati za himerom; jer realizacija i interpretacija ma kojeg fizikalnog eksperimenta implicira prihvaćanje cijelog jednog skupa teorijskih stavova.

Jedina eksperimentalna provjera fizikalne teorije koja ne bi bila nelogična sastoji se u uspoređivanju ČITAVA SISTEMA FIZIKALNE TEORIJE S ČITAVIM SKUPOM EKSPERIMENTALNIH ZAKONA *i u prosuđivanju da li prvi prikazuje onaj drugi na zadovoljavajući način.*

§ VI — *Posljedice u vezi s predavanjem fizike*

Suprotno onome što smo se trudili ustanoviti, općenito se smatra da svaka hipoteza fizike može biti odvojena od cjeline i izdvojeno podvrgnuta eksperimentalnoj provjeri; prirodno, iz tog pogrešnog principa izvode se neistinite konzekvence u vezi s metodom po kojoj treba predavati fiziku. Željelo bi se da profesor svrsta sve hipoteze fizike nekim određenim redoslijedom, da uzme prvu, da je iskaže riječima, da izloži njezine eksperimentalne verifikacije, zatim, kad te verifikacije budu smatrane dovoljnima, da hipotezu proglasi prihvaćenom; još bolje, željelo bi se da on tu prvu hipotezu formulira generalizirajući pomoću indukcije jedan čisto eksperimentalni zakon; ponovo bi počeo tu operaciju s drugom hipotezom, s trećom i tako redom sve dok fizika ne bude u potpunosti konstituirana. Fizika bi se predavala onako kako se predaje geometrija: hipoteze bi slijedile jedna za drugom onako kako teoremi slijede jedan za drugim. Eksperimentalna provjera svake pretpostavke zamijenila bi dokazivanje svakog stava; ne bi se tvrdilo ništa što nije izvedeno iz činjenica ili što činjenice nisu smjesta opravdale.

Takav je ideal što ga sebi postavljaju mnogi profesori a za koji više njih možda i misle da su ga dostigli.

U nagovaranju da se teži za tim idealom ne nedostaju autoritativni glasovi: „Važno je", kaže gosp. H. Poincaré[6], „da se hipoteze ne umnažaju preko mjere i da se stvaraju samo jedna za drugom. Ako konstruiramo jednu teoriju utemeljenu na brojnim hipotezama i ako je eksperiment osudi, koja je između naših premisa ona koju treba mijenjati? Bit će nemoguće da to znamo. I obrnuto, ako eksperiment uspije, hoćemo li misliti da smo verificirali sve te hipoteze odjednom? Hoćemo li misliti da smo samo jednom jednadžbom utvrdili više nepoznanica?"

Napose čisto induktivnu metodu kojoj je Newton formulirao zakone navode mnogi fizičari kao jedinu metodu koja dopušta racionalno izlaganje znanosti o prirodi: „Znanost koju ćemo stvoriti", kaže Gustave Robin[7], „bit će samo kombinacija jednostavnih indukcija što ih sugerira eksperiment. Što se tiče tih indukcija, formulirat ćemo ih uvijek iskazima koje je lako zapamtiti, *koji se dadu izravno verificirati,* ne gubeći nikad *iz vida da jedna hipoteza može biti verificirana samo po svojim konzekvencama."* Ta se newtonovska metoda preporučuje, ako ne i propisuje, onima kojima je zadatak da predaju fiziku u srednjoškolskoj nastavi. „Postupci matematičke fizike", kaže im se[8], „neprimjereni su za srednjošk̀olsku nastavu; oni se sastoje u polaženju od hipoteza ili definicija postavljenih *a priori* da bi se odatle izvlačile dedukcije koje će biti podvrgnute eksperimentalnoj provjeri. Ta metoda može odgovarati razredu specijaliziranom za matematiku, ali u krivu smo ako je sada primjenjujemo u elementarnoj nastavi iz mehanike, hidraulike i optike. Zamijenimo je induktivnom metodom."

Rasprave što smo ih izložili ustanovile su i više nego dovoljno slijedeću istinu: induktivna metoda, upotreba koje se preporučuje fizičaru, za nj je isto tako neupotrebljiva kao što je to za matematičara ona savršena deduktivna metoda koja bi se sastojala u definiranju svega i dokazivanju svega, ta metoda za kojom čini se da neki geometri strastveno tragaju premda joj je Pascal odavno izrekao ispravnu i strogu osudu. Sasvim je, dakle, jasno da će oni koji tvrde da izlažu po toj metodi niz principa fizike neizbježno o njoj dati izvještaj koji će biti u nekoj točki pogrešan.

---

[6] H. Poincaré: *Science et Hypothèse,* str. 179.

[7] G. Robin: *Oeuvres scientifiques, Thermodynamique générale.* Uvod, str. XII. Paris 1901.

[8] Primjedba u predavanju M. Jouberta, generalnog inspektora srednjoškolskog obrazovanja. (*L'Enseignement sécondaire,* 15. travnja 1903).

Među nedostacima koji *obilježuju takav izvještaj* onaj najčešći i istovremeno najozbiljniji zbog krivih ideja što ih ostavlja u svijesti učenika jest *fiktivni eksperiment*. Obavezan da se pozove na neki princip koji u stvarnosti nije uopće bio stvoren indukcijom, odbijajući uostalom da taj princip navede kakav on jest, to jest kao postulat, fizičar zamišlja jedan eksperiment koji bi, da je bio izveden i da je uspio, mogao voditi k principu koji se želi opravdati.

Pozvati se na neki takav fiktivan eksperiment znači navesti eksperiment koji treba izvesti umjesto eksperimenta koji je izveden; to znači opravdati jedan princip ne pomoću opaženih činjenica nego pomoću činjenica čije se ostvarenje predviđa; a to predviđanje nema druge podloge osim vjerovanja u princip u čiju se potporu ono navodi. Takav postupak dokazivanja odvlači onoga koji se u nj pouzdaje u jedan poročni krug, a onaj koji predaje a da ne precizira da citirani eksperiment nije bio izveden pokazuje intelektualno nepoštenje.

Ponekad fiktivni eksperiment što ga je fizičar opisao ne bi mogao, kad bi ga se pokušalo ostvariti, dati nikakav rezultat od ma kakve preciznosti; veoma nejasni i grubi rezultati koje bi on proizveo mogli bi se bez sumnje slagati sa stavom za koji se tvrdi da je opravdan; ali oni bi se isto tako dobro slagali s određenim jako različitim stavovima; dokazna vrijednost jednog takvog eksperimenta bila bi, dakle, jako slaba i nepouzdana. Eksperiment što ga je Ampère zamislio da dokaže da se elektrodinamička djelovanja odvijaju obrnuto proporcionalno kvadratu udaljenosti, i što ga on uopće nije izveo, daje nam upadljiv primjer takvog fiktivnog eksperimenta.

Ali ima i gorega. Veoma često fiktivni eksperiment koji se navodi nije samo neostvaren nego i neostvariv: on pretpostavlja postojanje tijela koja se ne susreće u prirodi, fizičkih svojstava koja nisu nikada bila opažena. Tako Gustave Robin[9], da bi o principima kemijske mehanike dao čisto induktivan izvještaj koji želi, stvara na proizvoljan način pod imenom *svjedok-tijela* tijela koja bi samom svojom prisutnošću bila u stanju potaknuti ili zaustaviti neku kemijsku reakciju. Nikada promatranje nije kemičarima otkrilo slična tijela.

Neostvareni eksperiment, eksperiment koji se nikako ne bi ostvario s preciznošću i apsolutno neostvarivi eksperiment ne iscrpljuju razne oblike što ih je poprimio fiktivni eksperiment u spisima fizičara koji tvrde da slijede induktivnu metodu; preostaje da upozorimo na jedan oblik nelogičniji od svih

[9] Gustave Robin: *Oeuvres scientifiques. Thermodynamique générale*, str. II. Paris 1901.

ostalih, na *apsurdni eksperiment. On pretendira da dokazuje neki stav za koji je kontradiktorno smatrati ga iskazom o eksperimentalnoj činjenici.*

Najoštroumniji fizičari nisu se uvijek uspjeli očuvati od uplitanja apsurdnog eksperimenta u njihova izlaganja. Citirajmo, na primjer, ove retke posuđene od J. Bertranda[10]: „Ako se prizna kao eksperimentalna činjenica da se elektricitet prenosi na površinu tijela i kao nužan princip da djelovanje slobodnog elektriciteta na točke masa-vodiča treba da bude jednako nuli, iz tih dvaju uvjeta, za koje se pretpostavlja da su strogo zadovoljeni, može se izvesti da su električna privlačenja i odbijanja obrnuto proporcionalna kvadratu udaljenosti."

Uzmimo ovaj stav: „Nema nikakva elektriciteta u unutrašnjosti tijela-vodiča kad je u njemu uspostavljena električna ravnoteža" i upitajmo se da li je moguće smatrati ga iskazom o eksperimentalnoj činjenici. Odvagnimo točno smisao riječi *unutrašnjost*. U značenju u kojem treba razumjeti tu riječ u tom stavu točka u unutrašnjosti komada naelektriziranog bakra je točka uzeta iz sredine bakrene mase. Prema tome, kako bi se moglo utvrditi ima li ili nema elektriciteta u toj točki? Trebalo bi onamo staviti kontrolno tijelo a za to bi trebalo prethodno ukloniti bakar koji se ondje nalazi; ali onda ta točka više ne bi bila u sredini bakrene mase, nego bi bila izvan te mase. Naš se stav ne može uzeti kao rezultat opažanja bez zapadanja u logičko proturječje.

Što, dakle, znače eksperimenti kojima se navodno dokazuje taj stav? Sigurno sasvim drugu stvar nego što je ona koja im se pripisuje. Izdubi se šupljina u masi-vodiču i utvrdi se da stijenke te šupljine nisu elektrizirane. To opažanje ne dokazuje ništa u pogledu prisutnosti ili odsutnosti elektriciteta na točkama koje su uronjene u sredini mase-vodiča. Da se prede s eksperimentalno utvrđena zakona na iskazani zakon igramo se značenjem riječi *unutrašnjost*. Iz straha da ne utemeljimo elektrostatiku na postulatu utemeljujemo je na igri riječi.

Dovoljno bi bilo prelistati rasprave i priručnike iz fizike da ondje otkrijemo mnoštvo fiktivnih eksperimenata; naći ćemo tamo u izobilju primjera različitih oblika što ih može poprimiti takav eksperiment, od naprosto neostvarena eksperimenta sve do apsurdna eksperimenta. No ne zadržavajmo se tim dosadnim poslom. Ono što smo rekli dovoljno je da opravda sljedeći zaključak: predavanje fizike čisto induktivnom me-

---

[10] J. Bertrand: *Leçons sur la Théorie mathématique de l'Électricité*, str. 71. Paris 1890.

todom, onakvom kako ju je definirao Newton, čista je himera. Onaj koji tvrdi da je uhvatio tu himeru zavarava sebe i svoje učenike. On im kao viđene činjenice daje naprosto predviđene činjenice, kao precizna opažanja grube konstatacije, kao ostvarive postupke čisto idealne eksperimente, kao eksperimentalne zakone stavove čiji termini ne mogu bez proturječja biti uzeti kao da izražavaju realnosti. Fizika koju on izlaže jeste neistinita i falsificirana fizika.

Neka se profesor fizike odrekne te idealne induktivne metode koja polazi od jedne neistinite ideje, neka odbaci taj način poimanja nastave eksperimentalne znanosti koja prikriva i iskrivljuje njenu bitnu narav. Ako interpretacija najneznatnijeg eksperimenta u fizici pretpostavlja upotrebu čitava jednog skupa teorija, ako sam opis tog eksperimenta zahtijeva *mnoštvo apstraktnih simboličkih izraza kojima jedino teorije* određuju značenje i pokazuju podudarnost s činjenicama, trebat će i te kako da se fizičar odluči na razvijanje dugačkog lanca hipoteza i dedukcija prije nego što pokuša i najmanju *usporedbu između teorijske zgrade i konkretne stvarnosti*; a još će morati, opisujući eksperimente koji verificiraju već razvijene teorije, veoma često anticipirati teorije koje će tek doći. On, na primjer, neće moći pokušati ni najmanju eksperimentalnu verifikaciju principa dinamike prije nego što je ne samo razvio lanac stavova opće mehanike nego također udario i osnove nebeske mehanike; još će morati, izvješćujući o opažanjima koja verificiraju taj skup teorija, pretpostaviti kao poznate zakone optike koji jedini opravdavaju upotrebu astronomskih instrumenata.

Neka, dakle, profesor na prvome mjestu izloži bitne teorije znanosti. Bez sumnje, prikazujući hipoteze na kojima počivaju te teorije, nužno je da pripremi njihovo prihvaćanje. Dobro je da upozori na podatke zdravog razuma, činjenice prikupljene običnim opažanjem, jednostavne ili još slabo analizirane eksperimente koji su doveli do formuliranja tih hipoteza; na tu ćemo se točku, uostalom, vratiti s više naglaska u slijedećoj glavi. Ali treba glasno izjaviti da te činjenice, dovoljne da sugeriraju hipoteze, nisu dovoljne za njihovo verificiranje. Tek pošto konstruira širok korpus doktrine, pošto konstruira jednu potpunu teoriju, on će moći s eksperimentom usporediti konzekvence te teorije.

Nastava treba da omogući da učenik shvati slijedeću kapitalnu istinu: eksperimentalne verifikacije nisu osnova teorije, one su njezina kruna. Fizika ne napreduje kao geometrija: geometrija raste stalnim donašanjem nekog novog teorema, dokazanog jednom zauvijek, koji se dodaje već dokazanim teore-

mima; fizika je jedna simbolička slika kojoj stalni retuši daju sve više i više opsega i jedinstva; njezina ukupnost daje sliku koja sve više i više nalikuje *ukupnosti* iskustvenih činjenica, dok svaki detalj te slike, izrezan i izdvojen iz cjeline, gubi svako značenje i više ne predstavlja ništa.

Učeniku koji ne zapazi tu istinu fizika će izgledati kao monstruozna zbrka krivih zaključaka i poročnih krugova; ako mu je duh obdaren velikom dosljednošću, on će s užasom odbaciti ta neprestana ogrešenja o logiku; ako je dosljednost njegova uma manja, on će naučiti napamet te riječi neprecizna smisla, te opise neostvarenih i neostvarivih eksperimenata, ta rasuđivanja koja se svode na opsjene, gubeći pri tom poslu nerazumna memoriranja i ono malo ispravna mišljenja i kritičkog duha što ih je posjedovao.

Naprotiv, učenik koji jasno shvati ideje što smo ih netom formulirali učinit će više nego samo naučiti određen broj stavova fizike; shvatit će kakva je priroda i kakva je istinska metoda eksperimentalne znanosti[11].

§ VII — *Konzekvence u vezi s matematičkim razvojem fizikalne teorije*

Na osnovu prethodnih raspravljanja točna se priroda fizikalne teorije i veza što ih ona ima s eksperimentom pokazuje jasnijom i preciznijom.

Građa kojom se ta teorija konstruira s jedne su strane matematički simboli koji joj služe za prikazivanje različitih veličina i različitih osobina fizičkog svijeta, a s druge su strane opći postulati koji joj služe kao principi. S tom građom ona mora sagraditi jedno logičko zdanje; ucrtavajući plan tog zdanja, ona, dakle, treba da skrupulozno poštuje zakone koje logika nameće svakom deduktivnom rasuđivanju, pravila koja algebra propisuje svakoj matematičkoj operaciji.

Matematički simboli koje koristi teorija imaju smisla samo u točno utvrđenim uvjetima; definirati te simbole znači nabrojiti te uvjete. Teoriji je zabranjeno da upotrebljava te znakove izvan tih uvjeta. Tako po definiciji apsolutna temperatura može biti samo pozitivna, masa jednog tijela je nepromjenjiva. Nikada u tim formulama teorija neće dati tempe-

[11] Prigovorit će se bez sumnje da bi jedna takva poduka iz fizike bila teško pristupačna mladim umovima; odgovor je jednostavan: neka se fizika ne izlaže umovima koji još uopće nisu spremni da je usvoje. Govoreći o maloj djeci, gđa de Sévigné znala je reći: „Prije nego što im date kočijašku hranu, raspitajte se da li imaju kočijaški želudac."

raturi nultu ili negativnu vrijednost, nikada u tim računima ona neće dopustiti da se mijenja masa jednog određenog tijela.

Teorija ima za princip *postulate*, to jest stavove koje joj je slobodno iskazivati kako joj se sviđa, pod uvjetom da ne bude proturječja niti između termina jednog postulata niti između dva različita postulata. Ali kad su jednom ti postulati postavljeni, ona ih mora čuvati ljubomornom strogošću. Ako je, na primjer, stavila princip očuvanja energije u osnovu svog sistema, ona mora zabranjivati svaku tvrdnju koja je u neskladu s tim principom.

Ta se pravila svom svojom težinom nameću fizikalnoj teoriji koja se gradi; jedna jedina pogreška učinila bi sistem nelogičnim i prisilila nas da ga srušimo da bismo iznova sagradili neki drugi.

U TOKU SVOG RAZVOJA *jedna je fizikalna teorija slobodna da bira put koji joj se sviđa pod uvjetom da izbjegava svako logičko proturječje; napose je slobodna da se nimalo ne obazire na eksperimentalne činjenice.*

Nije više isto KAD JE TEORIJA DOSEGLA SVOJ POTPUN RAZVOJ. Kad je logičko zdanje dospjelo do vrhunca, postaje nužno usporediti skup matematičkih stavova dobivenih kao zaključke tih dugačkih dedukcija sa skupom eksperimentalnih činjenica. Pomoću upotrebe usvojenih postupaka mjerenja, treba se uvjeriti da drugi skup u prvome nalazi dovoljno sličnu sliku, dovoljno precizan i potpun simbol. Kad se to slaganje između zaključaka teorije i eksperimentalnih činjenica ne bi očitovalo sa zadovoljavajućom približnošću, teorija bi mogla biti logički konstruirana, ali bi ipak morala biti odbačena, jer bi joj proturječilo opažanje, jer bi bila *fizički* neistinita.

Ta je usporedba između zaključaka teorije i eksperimentalnih istina, dakle, neophodna, jer jedino provjera pomoću činjenica može dati teoriji fizičku vrijednost; ali ta provjera pomoću činjenica mora pogađati isključivo zaključke teorije, jer jedino se oni navode kao slika stvarnosti; postulati koji služe kao polazište teorije i posrednici kojima se od postulata prelazi ka zaključcima *ne* treba da budu podvrgnuti toj provjeri.

U onome što je prethodilo veoma iscrpno smo analizirali pogrešku onih koji tvrde da se neki od fundamentalnih postulata fizike izravno podvrgavaju provjeri pomoću činjenica nekim takvim postupkom kao što je *experimentum crucis*, a napose pogrešku onih koji kao principe prihvaćaju samo „indukcije[12]

---

[12] Gustave Robin: *Oeuvres scientifiques. Thermodynamique générale.* Uvod, str. XIV.

koje se sastoje isključivo od uzdizanja do općih zakona ne interpretacije nego *samog rezultata nekog veoma velikog broja eksperimenata*".

Toj greški veoma je bliska jedna druga; ona se sastoji u zahtjevu da sve operacije što ih vrši matematičar u toku dedukcija koje povezuju postulate sa zaključcima imaju *fizičko značenje,* u htijenju „da se rasuđuje[13] samo o *ostvarivim operacijama*" i da se „*uvode samo veličine dostupne eksperimentu*". Prema tom zahtjevu, svaka veličina koju fizičar uvodi u svoje formule morala bi biti povezana posredstvom nekog postupka mjerenja s nekim svojstvom tijela; svaka algebarska operacija izvedena na tim veličinama morala bi se upotrebom postupaka mjerenja prevesti na konkretan jezik; tako prevedena, ona bi morala izražavati jednu stvarnu ili moguću činjenicu.

Sličan zahtjev, legitiman kad se radi o konačnim formulama kojima završava teorija, nema nikakva opravdanja u onome što se tiče posrednih formula i operacija koje uspostavljaju prijelaz od postulata do zaključaka.

Uzmimo jedan primjer.

J. Willard Gibbs je teorijski proučavao rastavljanje nekog idealnog plinskog spoja na njegove elemente koji se također smatraju idealnim plinovima. Bila je dobivena formula koja izražava zakon kemijske ravnoteže unutar takvog sistema. Prodiskutirat ću tu formulu. U tu svrhu, ostavljajući stalnim tlak što ga podnosi plinska smjesa, razmatram apsolutnu temperaturu koja se pojavljuje u formuli i variram je od 0 do $+\infty$.

Ako se toj matematičkoj operaciji hoće pripisati fizičko značenje, vidjet ćemo da se javlja mnoštvo prigovora i teškoća. Nijedan termometar ne može registrirati temperaturu ispod određene granice, nijedan ne može utvrditi temperature koje su dovoljno visoke. Taj simbol što ga nazivamo *apsolutnom temperaturom* ne može postupcima mjerenja kojima raspolažemo biti preveden u nešto što bi imalo konkretno značenje osim ako njegova brojčana vrijednost ne ostane između nekog određenog minimuma i nekog određenog maksimuma. Uostalom, kod dovoljno niskih temperatura taj drugi simbol koji termodinamika naziva *idealnim plinom* nije više čak ni približna slika nikakvog stvarnog plina.

Te teškoće i mnoge druge za koje bi predugo trajalo da ih nabrajamo iščezavaju ako pazimo na opaske koje smo formulirali. U konstrukciji teorije rasprava koju smo upravo naveli samo je posrednik; nimalo nije opravdano tražiti od

[13] G. Robin: *loc. cit.*

nje fizičko značenje. Tek kad nas to raspravljanje dovede do niza stavova trebat će da te stavove podvrgnemo provjeri pomoću činjenica; tada ćemo ispitati da li se, u granicama unutar kojih se apsolutna temperatura može prevesti u konkretne termometarske oznake i tamo gdje se ideja o savršenom plinu gotovo ostvarila preko fluida koje opažamo, zaključci naše rasprave slažu s rezultatima eksperimenta.

Zahtijevajući da matematičke operacije pomoću kojih postulati proizvode svoje konzekvence uvijek imaju fizičko značenje, geometru se nameću nepodnošljive zapreke koje paraliziraju sve njegove korake; G. Robin čak dolazi dotle da stavlja u sumnju upotrebu diferencijalnog računa; u stvari, kad bi nastojao neprestano i skrupulozno udovoljavati tom zahtjevu, on gotovo više ne bi mogao izvesti nikakvo računanje; od svojih prvih koraka teorijska bi dedukcija bila zaustavljena. Jedna točnija ideja o fizikalnoj teoriji, jedno ispravnije razgraničenje između stavova koje treba podvrgnuti provjeri pomoću činjenica i onih koji su toga oslobođeni, vratit će geometru svu njegovu slobodu i dopustit će mu da za najveći razvoj fizikalnih teorija upotrebljava sva sredstva algebre.

§ VIII — *Je li izvjesne postulate fizikalne teorije nemoguće eksperimentalno opovrgnuti?*

Da je jedan princip točan raspoznaje se po lakoći kojom razmrsuje komplicirane neprilike do kojih nas dovodi upotreba pogrešnih principa.

Ako je, dakle, ideja koju smo iznijeli točna, ako se usporedba nužno uspostavlja između cjeline teorije i cjeline eksperimentalnih činjenica, *moramo u svjetlu tog principa* vidjeti kako nastaju nejasnoće u kojima bismo se izgubili kad bismo pretpostavljali da izdvojeno podvrgavamo provjeri pomoću činjenica svaku teorijsku hipotezu.

U prvom redu onih tvrdnja čiji ćemo paradoksalni izgled nastojati eliminirati navest ćemo jednu koja je ovih posljednjih godina često bila formulirana i komentirana. Pošto ju je najprije izrekao gosp. G. Milhaud[14] u povodu *čistog tijela* kemije, potanko i snažno ju je razvio gosp. H. Poincaré[15] u vezi

[14] G. Milhaud: *La Science rationnelle (Revue de Métaphysique et de Morale*, 4. godište, 1896, str. 280). — *Le Rationnel*, Paris 1898, str. 45.

[15] H. Poincaré: *Sur les Principes de la Mécanique* (Radovi Međunarodnog kongresa za filozofiju. III. Logika i povijest znanosti, Paris 1901; str. 457). — *Sur la valeur objective des théories physiques (Revue de Métaphysique et de Morale*, 10. godište, 1902, str. 263). — *La Science et l'Hypothèse*, str. 110.

s principima mehanike; gosp. Éd. Le Roy isto ju je tako formulirao[16] velikom jasnoćom.

To je slijedeća tvrdnja:

Nekim fundamentalnim hipotezama fizikalne teorije ne bi mogao proturječiti nikakav eksperiment, jer one u stvarnosti predstavljaju *definicije* i jer izvjesni izrazi koje upotrebljava fizičar samo pomoću njih dobivaju svoje značenje.

Uzmimo jedan od primjera što ih citira gosp. Éd. Le Roy: kad jedno teško tijelo slobodno pada, ubrzanje njegova pada je konstantno. Može li jednom takvom zakonu proturječiti eksperiment? Ne, jer on upravo predstavlja definiciju onoga što treba razumjeti pod *slobodnim padom.* Kad bismo, proučavajući pad nekog teškog tijela, utvrdili da to tijelo ne pada jednoliko ubrzanim gibanjem, odatle ne bismo zaključili da je iskazani zakon neistinit, nego da tijelo ne pada slobodno, da neki uzrok ometa njegovo gibanje i odstupanja između iskazanog zakona i opaženih činjenica poslužila bi nam da otkrijemo taj uzrok i da analiziramo njegove posljedice.

Tako, zaključuje gosp. Éd. Le Roy, „ako stvari uzmemo sa svom strogošću, zakoni su neprovjerivi, jer oni predstavljaju upravo kriterij prema kojem se prosuđuju pojave i metode koje bi trebalo upotrijebiti da ih se podvrgne provjeravanju čija preciznost može premašiti svaku danu granicu".

Uzmimo još detaljnije, u svjetlu prethodno postavljenih principa, tu usporedbu između zakona o padu tijela i eksperimenta.

Naša su nam svakodnevna opažanja pokazala čitavu jednu kategoriju gibanja koja smo približili jedna drugima pod imenom gibanja teških tijela; među tim se gibanjima nalazi pad teškog tijela kad mu ne smeta nikakva prepreka. Odatle proizlazi da riječi „slobodan pad teškog tijela" imaju neki smisao za čovjeka koji se poziva samo na spoznaje zdrava razuma, koji nema pojma o fizikalnim teorijama.

S druge strane, da bi klasificirao gibanja o kojima se radi, fizičar je stvorio jednu teoriju, teoriju o sili teže, važnu primjenu racionalne mehanike. U toj teoriji namijenjenoj da dade simbolički prikaz stvarnosti isto je tako riječ o „slobodnom padu teškog tijela". Slijedom hipoteza koje stoje u osnovi čitave te sheme slobodni pad nužno treba da bude jednoliko ubrzan pad.

---

[16] Édouard Le Roy: *Un positivisme nouveau* (*Revue de Métaphysique et de Morale*, 9. godište. 1901, str. 143—144).

Riječi „slobodan pad teškog tijela" imaju sada dva različita značenja. Za čovjeka koji ne zna fizikalne teorije one imaju svoje *stvarno* značenje, one znače ono što zdrav razum razumijeva kad ih izriče; za fizičara one imaju *simboličko* značenje, one znače „jednoliko ubrzan pad". Teorija ne bi ispunjavala svoju svrhu kad drugo značenje ne bi nikako bilo znak prvoga, kad pad koji zdrav razum smatra slobodnim ne bi isto tako bio pad jednolika ili *gotovo* jednolika ubrzanja, pri čemu su konstatacije zdravog razuma u biti, kao što smo rekli, konstatacije lišene preciznosti.

Tako dolazi do tog slaganja bez kojeg bi teorija bila odbačena bez daljnjeg ispitivanja; pad koji zdrav razum proglašava gotovo slobodnim također je pad čije je ubrzanje gotovo konstantno. Ali konstatacija o tom slaganju, grubo približna, ne zadovoljava nas; hoćemo ići dalje i nadići stupanj preciznosti na koji može pretendirati zdrav razum. Pomoću teorije što smo je smislili kombiniramo sprave koje mogu utvrditi s točnošću da li pad nekog tijela jest ili nije jednoliko ubrzan; te nam sprave pokazuju da izvjestan pad, koji zdrav razum smatra slobodnim padom, ima ubrzanje koje pomalo varira. Stav koji u našoj teoriji daje riječi „slobodan pad" njezino simboličko značenje ne prikazuje s dovoljnom točnošću svojstva stvarnog i konkretnog pada koji smo opažali.

Nude nam se, dakle, dva gledišta.

Na prvom mjestu, možemo izjaviti da smo imali pravo smatrati proučavani pad slobodnim i zahtijevati da teorijska definicija tih riječi bude u skladu s našim opažanjima; u tom slučaju, budući da naša teorijska definicija ne udovoljava tom zahtjevu, ona mora biti odbačena; treba da konstruiramo jednu drugu mehaniku na novim hipotezama, mehaniku u kojoj *riječi „slobodan pad" neće više značiti „jednoliko ubrzan pad"* nego „pad čije ubrzanje varira prema nekom određenom zakonu".

Na drugome mjestu, možemo izjaviti da smo bili u krivu uspostavljajući vezu između konkretnog pada koji smo opažali i simboličkog slobodnog pada koji je definirala naša teorija, da je ovaj drugi bio odveć pojednostavljena shema onoga prvog, da teoretičar, da bi adekvatno prikazao pad na koji se odnose naši eksperimenti, ne smije više zamišljati nešto teško kako slobodno pada, nego nešto teško ometano određenim preprekama kakva je otpor zraka, da će, prikazujući djelovanje tih prepreka pomoću podesnih hipoteza, on sastaviti jednu shemu kompliciraniju nego što je slobodan pad, ali prikladniju da reproducira pojedinosti eksperimenta; ukratko, prema jeziku što smo ga prethodno utvrdili (glava IV, § 3) možemo

nastojati eliminirati pomoću primjerenih *korekcija uzroke pogreške* kao što je otpor zraka koji su utjecali na naš eksperiment.

Gosp. Le Roy tvrdi da ćemo zauzeti drugo stanovište a ne prvo; u tome on zacijelo ima pravo. Uzroke koji će nam nalagati to opredjeljenje lako je otkriti. Zauzimajući prvo stanovište bili bismo obvezani da iz temelja uništimo veoma opsežan teorijski sistem koji na veoma zadovoljavajući način prikazuje veoma velik i veoma kompleksan skup eksperimentalnih zakona. Drugo stanovište, naprotiv, ne uzrokuje gubitak terena što ga je fizikalna teorija već osvojila; štoviše, ono je uspjelo u jednom tako velikom broju slučajeva tako da imamo osnove da računamo na nov uspjeh. Ali u tom pouzdanju pripisanom zakonu o padu teških tijela ne vidimo ništa analogno izvjesnosti koju geometrijska definicija izvlači iz same svoje biti, toj izvjesnosti po kojoj bi čovjek bio lud ako bi sumnjao da različite točke jedne kružnice nisu sve jednako udaljene od njezina središta.

Ovdje nalazimo samo posebnu primjenu principa postavljena u § 2. Neslaganje između konkretnih činjenica koje sačinjavaju jedan eksperiment i simboličkog prikaza koji teorija navodi umjesto tog eksperimenta dokazuje nam da neki dio tog simbola treba odbaciti. Ali koji dio? To je ono što nam eksperiment ne kaže i to on ostavlja našoj dovitljivosti da pogodi. *No između teorijskih elemenata koji ulaze u sastav* tog simbola uvijek ima izvjestan broj takvih koje fizičari složno prihvaćaju bez provjere, koje oni smatraju nespornima. Prema tome, fizičar koji mora modificirati taj simbol modificirat će druge elemente a ne te.

Ali ono što navodi fizičara da tako postupa nikako nije logička nužnost; postupiti drukčije moglo bi značiti biti nevješt i loše nadahnut; ali onaj tko bi tako postupio ne bi išao stopama geometra dovoljno bezumna da proturječi svojim vlastitim definicijama; on ne bi uradio ništa apsurdno. Štoviše, kada bi jednog dana možda postupio drukčije odbijajući da navede uzroke pogreške i da pribjegne korekcijama da bi ponovno uspostavio sklad između teorijske sheme i činjenice, unoseći odlučno reformu među stavove koji su po općem slaganju bili proglašavani nedodirljivima, on će ostvariti djelo genija koji teoriji otvara nove vidike.

Doista, trebalo bi se veoma čuvati od vjerovanja da su zauvijek opravdane te hipoteze koje su postale univerzalno prihvaćenim konvencijama i čija izvjesnost probija kroz eksperimentalnu kontradikciju koju prebacuje na druge, sumnjivije pretpostavke. Povijest fizike pokazuje nam da je ljudski um

često bio doveden do toga da iz temelja preokrene takve principe koji su stoljećima jednodušno smatrani nepovredivim aksiomima i da iznova izgradi svoje fizikalne teorije na novim hipotezama.

Da li je, na primjer, tisućljećima bilo jasnijeg i sigurnijeg principa nego što je slijedeći: u homogenoj sredini svjetlost se širi pravocrtno? Ta hipoteza nije bila samo u osnovi čitave antičke optike, katoptrike i dioptrike, čije su elegantne geometrijske dedukcije prikazivale po želji neizmjeran broj činjenica, nego je ona još postala, tako reći, fizikalna definicija pravca; na tu se definiciju morao pozvati svaki čovjek koji je želio povući pravac, tesar koji provjerava ravninu komada drveta, mjernik koji vrši poravnavanja pri trasiranju, geodet koji određuje smjer pomoću dioptera svog zbirnika, astronom koji definira orijentaciju zvijezda koje proučava pomoću optičke osi svog dalekozora. Međutim, došao je dan kad su se fizičari zasitili toga da pripisuju nekom uzroku pogrešne učinke difrakcije koje je opazio Grimaldi i kad su odlučili odbaciti zakon o pravocrtnom širenju svjetlosti te dati optici potpuno nove temelje; i ta je smiona odluka za fizikalnu teoriju bila nagoveštaj čudesnog napretka.

§ IX — *Hipoteze čiji iskaz nema nikakva eksperimentalnog značenja*

Taj primjer, kao i oni koje bi nam povijest znanosti dopustila povezati s njime, pokazuju nam da bismo bili veoma nepromišljeni ako bismo rekli u povodu neke danas općenito prihvaćene hipoteze: „Sigurni smo da nikad nećemo biti dovedeni nekim novim eksperimentom, ma koliko on bio precizan, do toga da je odbacimo." Uza sve to gosp. H. Poincaré bez oklijevanja iznosi tu tvrdnju[17] u vezi s principima mehanike.

Već navedenim razlozima u prilog tome da se do tih principa ne može doći eksperimentalnim opovrgavanjem gosp. H. Poincaré dodaje jedan koji se čini još uvjerljivijim: ne samo da te principe ne može opovrgnuti eksperiment, jer su oni univerzalno prihvaćena pravila koja nam služe za otkrivanje slabih točaka u našim teorijama na koje ta opovrgavanja ukazuju, nego oni ne mogu biti opovrgnuti eksperimentom i zato što *operacija koja bi pretendirala da ih uspoređuje s činjenicama ne bi imala nikakva smisla.*

---

[17] H. Poincaré: *Sur les principes de la Mécanique* (Radovi Međunarodnog kongresa za filozofiju. III. Logika i povijest znanosti, Paris 1901; str. 475, 491).

Objasnimo to jednim primjerom.

Princip inercije uči nas da se jedna materijalna točka, oslobođena od djelovanja svakog drugog tijela, kreće pravocrtnim jednolikim gibanjem. Ali moguće je promatrati samo relativna gibanja; moguće je, dakle, dati eksperimentalni smisao tom principu samo ako se pretpostavi da je odabrana izvjesna točka, izvjesno geometrijsko tijelo uzeto kao fiksna referencijalna točka u odnosu na koju će se govoriti o gibanju *materijalne točke. Određivanje te referencijalne točke čini integralan* dio iskazivanja zakona; kad bi se izostavilo to određivanje, taj bi iskaz bio lišen značenja. Koliko ima referencijalnih točaka, toliko ima i različitih zakona. Iskazat ćemo jedan zakon inercije ako kažemo da je gibanje jedne izdvojene točke, po pretpostavci viđeno sa Zemlje, pravocrtno i jednoliko, drugi ako se ponovi ista rečenica dovodeći gibanje u vezu sa Suncem, treći opet ako je odabrana referencijalna točka skup zvijezda stajačica. Ali ipak jedna je stvar sasvim izvjesna: ma kakvo bilo gibanje neke materijalne točke gledano sa stajališta prve referencijalne točke, moguće je uvijek i na bezbroj načina odabrati neku drugu referencijalnu točku, takvu da izgleda da se naša materijalna točka, gledana s njezina stajališta, kreće pravocrtnim jednolikim gibanjem. Ne bi se, dakle, moglo pokušati eksperimentalno verificirati princip inercije: *neistinit ako se gibanja dovedu u vezu s izvjesnom referenci*jalnom točkom, on će postati istinit ako se odabere druga točka usporedbe a uvijek će postojati sloboda da se odabere ova potonja. Ako zakonu inercije, iskazanu uz uzimanje Zemlje kao referencijalne točke, proturječi neko opažanje, bit će zamijenjen zakonom inercije čiji iskaz gibanja dovodi u vezu sa Suncem; ako je i taj zakon opovrgnut, u iskazu će Sunce biti zamijenjeno sistemom zvijezda stajačica i tako redom. Nemoguće je spriječiti izlaz te vrste.

Princip jednakosti akcije i reakcije, koji je gosp. Poincaré opširno analizirao[18], daje povoda analognim opaskama. Taj se princip može iskazati ovako:

„Centar mase nekog izoliranog sistema može imati samo pravocrtno i jednoliko gibanje."

To je princip koji bismo trebali verificirati eksperimentom. „Možemo li izvršiti tu verifikaciju? Za to bi trebalo da postoje izolirani sistemi, ali ti sistemi ne postoje: jedini izolirani sistem je čitav univerzum.

Ali promatrati možemo samo relativna gibanja; apsolutno gibanje centra mase univerzuma bit će nam, dakle, zauvijek nepoznato; nikada nećemo moći znati da li je ono pravocrtno

[18] H. Poincaré, *loc. cit.*, str. 472 i dalje.

i jednoliko ili, bolje reći, pitanje nema nikakva smisla. Ma kakve bile činjenice što ih opažamo, bit će nam, dakle, uvijek moguće pretpostaviti da je naš princip istinit."

Tako mnogi principi mehanike imaju takav oblik da je apsurdno pitati se: da li taj princip jest ili nije u skladu s eksperimentom? Ta neobična osobina nije specifičnost principa mehanike; ona isto tako odlikuje određene fundamentalne hipoteze naših fizikalnih ili kemijskih teorija[19].

Kemijska teorija, na primjer, čitava počiva na *zakonu višestrukih omjera;* evo preciznog teksta tog zakona:

Jednostavna tijela A, B i C mogu, sjedinjujući se u različitim omjerima, tvoriti različite spojeve M, M'... Mase tijela A, B i C koja se kombiniraju da bi tvorila spoj M međusobno se odnose kao tri broja *a*, *b* i *c*. Tada će se mase elemenata A, B i C koji se kombiniraju da bi tvorili spoj M' odnositi međusobno kao brojevi *αa*, *βb* i *γc*, *pri čemu su α, β i γ tri cijela broja.*

Može li taj zakon biti podvrgnut provjeri pomoću eksperimenta? Kemijska nam analiza neće točno pokazati kemijski sastav tijela M' nego s određenom približnošću; nepouzdanost dobivenih rezultata moći će biti krajnje mala, ona nikad neće biti potpuno jednaka nuli. No u nekim odnosima u kojima se elementi A, B i C nalaze kombinirani unutar spoja M' uvijek će biti moguće prikazati te odnose s onolikom približnošću koliko se bude htjelo uzajamnim odnosima triju produkata *αa*, *βb* i *γc* gdje će α, β i γ biti cijeli brojevi; drugim riječima, ma kakvi bili rezultati proizašli iz kemijske analize spoja M', uvijek smo sigurni da ćemo naći tri cijela broja α, β i γ zahvaljujući kojima će zakon višestrukih omjera biti verificiran s preciznošću većom od one u eksperimentu. Dakle, nijedna kemijska analiza, kako god ona bila profinjena, neće nikada moći pokazati da je zakon višestrukih omjera pogrešan.

Na sličan način kristalografija čitava počiva na *zakonu racionalnih indeksa* koji se formulira na sljedeći način:

Ako triedar čine tri strane kristala, četvrta strana siječe tri ivice tog triedra na udaljenostima od vrha koje se odnose međusobno kao tri određena broja *a*, *b* i *c*, *parametri* kristala. Ma koja druga strana mora sjeći te iste ivice na udaljenostima od vrha koje se odnose među sobom kao *αa*, *βb* i *γc* gdje su α, β i γ tri cijela broja, *indeksi* nove kristalne strane.

Najsavršeniji goniometar određuje orijentaciju jedne kristalne strane samo s određenom približnošću; odnosi između

[19] P. Duhem: *Le Mixte et la Combinaison chimique; Essai sur l'évolution d'une idée.* Paris 1902; str. 159—161.

triju segmenata što ih jedna strana određuje na ivicama osnovnog triedra uvijek su podložni izvjesnoj pogreški; ali ma kako mala bila ta pogreška, uvijek je moguće tri broja α, β i γ izabrati tako da uzajamni odnosi tih segmenata budu prikazani s najmanjom pogreškom uzajamnim odnosima triju brojeva αa, βb i γc; kristalograf koji bi tvrdio da se zakon racionalnih indeksa može opravdati upotrebom njegova goniometra ne bi zacijelo uopće razumio smisao riječi koje upotrebljava.

Zakon višestrukih omjera i zakon racionalnih indeksa matematički su iskazi lišeni svakog fizikalnog smisla. Matematički iskaz ima fizikalni smisao samo ako zadržava značenje kad se u nj uvodi riječ „gotovo". To nije slučaj s iskazima o kojima smo upravo govorili. Oni imaju, u stvari, svrhu da potvrde da su neki odnosi *sumjerljivi* brojevi. Oni bi se izrodili u proste truizme kad bi se njima izjavljivalo da su ti odnosi *gotovo sumjerljivi;* jer ma kakav nesumjerljiv odnos uvijek je gotovo sumjerljiv; on je čak koliko god hoćemo blizu tome da bude sumjerljiv.

Bilo bi, dakle, apsurdno htjeti podvrgnuti *izravnoj* eksperimentalnoj provjeri određene principe mehanike; bilo bi apsurdno htjeti podvrgnuti toj *izravnoj* provjeri zakon višestrukih omjera ili zakon racionalnih indeksa.

Proizlazi li odatle da te hipoteze, stavljene izvan domašaja eksperimentalnog opovrgavanja, nemaju više čega da se boje eksperimenta? da su sigurne da će ostati nepromjenljive kakva god bila otkrića što nam ih promatranje činjenica priprema? Tvrditi to značilo bi počiniti ozbiljnu pogrešku.

Uzete izdvojeno, te različite hipoteze nemaju nikakva eksperimentalnog smisla; ne može biti govora ni o tome da ih eksperiment potvrđuje ni da im proturječi. Ali te hipoteze ulaze kao bitni temelji u izgradnju određenih teorija, racionalne mehanike, kemijske teorije, kristalografije; zadatak je tih teorija da prikazuju eksperimentalne zakone; te su sheme bitno smišljene da budu uspoređene s činjenicama.

No ta bi usporedba jednom mogla pokazati da jedan od naših prikaza slabo odgovara stvarnosti koju treba da predstavlja, da korekcije koje svojim uvođenjem kompliciraju našu shemu nisu dovoljne da proizvedu zadovoljavajuće slaganje između te sheme i činjenica, da teorija, dugo vremena prihvaćana bez pogovora, mora biti odbačena, da neka posve različita teorija mora biti izgrađena na potpuno novim hipotezama. Tada će se neka od naših hipoteza, koja je, uzeta izdvojeno, prkosila izravnom eksperimentalnom opovrgavanju, skupa sa sistemom koji je nosila srušiti pod težinom proturječja što ih

je stvarnost dosudila konzekvencama tog sistema uzetog u njegovoj cjelini[20].

U stvari, hipoteze koje po sebi nemaju nikakva fizikalnog smisla podliježu eksperimentalnoj provjeri točno na isti način kao i ostale hipoteze. Kakva god bila narav jedne hipoteze, nikada — kao što smo vidjeli na početku ovog poglavlja — njoj ne može izdvojeno proturječiti eksperiment; eksperimentalno proturječje odnosi se uvijek kao cjelina na čitavu jednu *teorijsku cjelinu a da ništa ne može naznačiti koji je u toj* cjelini stav koji treba odbaciti.

Tako iščezava ono što bi se moglo činiti paradoksalnim u sljedećoj tvrdnji: neke fizikalne teorije počivaju na hipotezama koje po sebi nemaju nikakav fizikalni smisao.

§ X — *Zdrav razum presuđuje koje hipoteze treba napustiti*

Kad eksperiment pogađa proturječjem neke konzekvence neke teorije, on nas uči da tu teoriju treba modificirati, ali nam ne kaže što je ono što treba mijenjati. On prepušta fizičarevoj pronicljivosti da traga za nedostatkom koji narušava čitav sistem. Nijedan apsolutni princip ne pokazuje put tom istraživanju koje razni fizičari mogu voditi na veoma različite načine a da nemaju pravo optuživati se uzajamno zbog nedosljednosti. Netko se, na primjer, može založiti da očuva neke fundamentalne hipoteze trudeći se da, kompliciranjem sheme na koju se primjenjuju te hipoteze, navođenjem različitih uzroka pogrešaka i umnažanjem korekcija, opet uspostavi slaganje između konzekvenci teorije i činjenica. Drugi, prezirući te komplicirane smicalice, može se odlučiti da promijeni neku od bitnih pretpostavki koje nose cio sistem. Prvi fizičar nikako nema pravo da unaprijed osuđuje smionost drugoga niti drugi da naziva apsurdnom bojažljivost prvoga. Metode kojima se oni služe mogu se opravdati jedino eksperimentom i, ako obje uspijevaju udovoljiti zahtjevima eksperimenta, *logički* je dopustivo jednome kao i drugome da izjavi da je zadovoljan djelom što ga je izvršio.

---

[20] Na Međunarodnom kongresu za filozofiju, održanu u Parizu 1900, gosp. Poincaré je iznio ovaj zaključak: „Tako se objašnjava da je eksperiment mogao izgraditi (ili sugerirati) principe mehanike, ali da ih on nikada neće moći oboriti.“ Tom je zaključku gosp. Hadamard suprotstavio različita zapažanja, između ostalih i ovo: „Uostalom, u skladu s jednom primjedbom gosp. Duhema, eksperimentalno se može pokušati verificirati ne *jednu* izdvojenu hipotezu nego skup hipoteza mehanike.“ (*Revue de Métaphysique et de Morale*, 8. godište, 1900, str. 559).

To uopće ne treba da znači da se ne može veoma opravdano davati prednost djelu jednoga pred djelom drugoga: čista logika nikako nije jedino pravilo naših prosuđivanja; određena mišljenja, koja nikako ne potpadaju pod udar principa proturječja, ipak su savršeno nerazumna; ti motivi, koji ne potječu od logike a koji uza sve to usmjeravaju naš izbor, ti „razlozi koje razum ne poznaje", koji govore duhu profinjenosti a ne geometrijskom duhu, čine ono što se s pravom naziva *zdravim razumom*.

Dakle, moguće je da nam *zdrav razum* dopusti da se opredijelimo između naša dva fizičara. Moguće je da ne smatramo nimalo razumnom žurbu kojom drugi narušava principe jedne opsežne i skladno izgrađene teorije premda bi modifikacija neke pojedinosti i laka korekcija bile dovoljne da se te teorije dovedu u sklad s činjenicama. Moguće je, nasuprot tome, da smatramo djetinjastom i nerazumnom tvrdoglavost kojom prvi fizičar pošto-poto i uz cijenu neprestanih ispravaka i gomile zamršenih podupirača zadržava crvotočne stupove jednog zdanja koje se klima sa svih strana premda bi, srušivši te stupove, bilo moguće na novim hipotezama izgraditi jednostavan, elegantan i solidan sistem.

Ali ti razlozi zdrava razuma ne nameću se istom neumoljivom strogošću kao propisi logike; oni imaju u sebi nešto neodređeno i neizvjesno i ne očituju se u isto vrijeme istom jasnoćom svim umovima. Odatle mogućnost dugih prepirki između zastupnika nekog starog sistema i branitelja nekog novog učenja, pri čemu svaki tabor tvrdi za sebe da posjeduje zdrav razum i svaki tabor smatra nedostatnima razloge protivnika. Povijest fizike pruža nebrojene primjere o tim prepirkama u svim epohama i na svim područjima. Ograničimo se na to da se podsjetimo upornosti i dovitljivosti kojima je Biot, neprestano iznoseći korekcije i dopunske hipoteze, zadržavao u optici doktrinu emisije, dok se Fresnel bez prestanka suprotstavljao toj doktrini novim eksperimentima koji su išli u prilog valnoj teoriji.

Pa ipak, to stanje neodlučnosti uvijek traje samo neko vrijeme. Dolazi dan kad se zdrav razum opredijeli tako jasno za jednu od dviju strana da se druga strana odrekne borbe, premda čista logika ne bi zabranjivala njezino nastavljanje. Pošot je Foucaultov eksperiment pokazao da se svjetlost širi brže u zraku nego u vodi, Biot je odustao od hipoteze emisije; strogo uzevši, čista ga logika nikako nije prisilila da je napusti, jer Foucaultov eksperiment nikako nije bio *experimentum crucis* kakvim ga je Arago smatrao, ali da se još dulje odupirao valnoj optici, Biotu bi *uzmanjkalo zdrava razuma*.

Budući da logika ne obilježuje strogom preciznošću trenutak u kojem neka neadekvatna hipoteza treba da ustupi mjesto plodnijoj pretpostavki i budući da zdrav razum treba da odredi taj trenutak, fizičari mogu požuriti s tim sudom i povećati brzinu znanstvenog napretka trudeći se da zdrav razum kod sebe samih učine lucidnijim i budnijim. Ali ništa u većoj mjeri ne pridonosi sputavanju zdrava razuma i narušavanju njegove pronicljivosti od strasti i interesa. Ništa, dakle, neće usporiti odluku koja u fizikalnoj teoriji treba da prouzroči neku sretnu reformu kao što će to učiniti taština koja čini fizičara odveć sklonim njegovu vlastitom sistemu, odveć strogim prema sistemu drugoga. Tako smo dovedeni do sljedećeg zaključka što ga je tako jasno formulirao Claude Bernard: valjana eksperimentalna kritika neke hipoteze podređena je izvjesnim etičkim uvjetima; da bi se točno ocijenilo slaganje neke fizikalne teorije s činjenicama nije dovoljno biti dobar geometar i vješt eksperimentator, već treba biti i nepristran i pošten sudac.

II
NAUKA I FILOZOFIJA

Philipp Frank

LANAC KOJI POVEZUJE ZNANOST S FILOZOFIJOM

1. *Činjenice i pojmovi*

U svojoj pjesmi *Sonet Znanosti* Edgar Allan Poe optužuje znanost na slijedeći način:

Znanosti! ti si prava kći Starog Doba
što mijenjaš sve stvari svojim prodornim očima.
Zašto tako vrebaš pjesnikovo srce,
Lešinaru, čija su krila prozaične stvarnosti.

* * *

Zar nisi ti Dijanu izvukla iz njezinih kočija?
A Hamadrijadu isterjala iz njezine šume?

* * *

Moderni znanstvenik teško će se složiti da se njegova znanost sastoji od „prozaičnih stvarnosti". Što više proučavamo znanost, više ćemo opažati da znanost nije ni „prozaična", niti da govori o „stvarnosti". „Dijanine kočije" su mnogo bliže „prozaičnoj stvarnosti" našeg svakidašnjeg života nego što su to simboli kojima moderna znanost opisuje putanje nebeskih tijela. „Božice" i „nimfe" izgledaju mnogo više kao ljudi koje srećemo u našem svakidašnjem životu nego elektromagnetsko polje, energija ili entropija koji nastanjuju „nevidljivi kozmos", koji, prema modernoj znanosti, objašnjava „prozaičnu stvarnost" našeg izravnog osjetilnog opažanja.

Kada govorimo o znanosti, uvijek govorimo na dvije razine govora ili apstrakcije. Prva od njih je razina svakidašnjeg zdravorazumskog iskustva; npr., opažamo neku tamnu točku koja se kreće u odnosu na neke druge tamne točke. To je razina izravnog opažanja; laboratorijski izvještaji bave se tim jednostavnim činjenicama iskustva. Moglo bi se analizirati ta

jednostavna iskustva s psihološkog stanovišta, ali nećemo to ovdje učiniti; naprosto ćemo pretpostaviti da svi dijelimo ta iskustva. Time ne želimo implicirati da se ta jednostavna iskustva *ne mogu raspraviti na neki dublji način, već jednostavno* da ta rasprava ne spada u filozofiju znanosti. Druga razina koju smo spomenuli je ona općih principa znanosti. Ona je potpuno različita od razine zdravorazumskog iskustva koju mogu dijeliti svi, dok razina općih principa upotrebljava jezik vrlo udaljen od svakidašnjeg iskustva. Znanost se u biti sastoji od tih općih principa. Skup pukih iskaza o igrajućim mrljama nije znanost. Središnji problem u filozofiji znanosti je kako od zdravorazumskih iskaza dolazimo do općih naučnih principa. Kao što smo rekli, ta zdravorazumska iskustva i iskaze svi razumiju i prihvaćaju. Ta osnova prihvaćanja je dobro prikazana u stihovima velikog američkog pjesnika Walta Whitmana:

Logika i prodike nikada ne uvjeravaju,
Noćna vlaga utiskuje dublje u moju dušu,
Ono što se svakom muškarcu i ženi pokazuje da je tako,
Ono što nitko ne poriče da je tako.

Iskazi tog tipa su: „U ovoj sobi stoji okrugli stol. Sada je taj stol premješten iz ove sobe u susjednu sobu." Ili: „Na ovoj vagi kazaljka se podudara sa znakom između dva i tri; sada se položaj kazaljke mijenja i pokriva znak između tri i četiri." Opće slaganje je zacijelo moguće o iskazima tog tipa. Ne tvrdimo da takvi iskazi opisuju „višu stvarnost" nego drugi iskazi; niti ne želimo reći da je opisani svijet „pravi" svijet. Takve iskaze činimo osnovom čitave znanosti samo zato što se može postići opće slaganje među ljudima prosječnog obrazovanja o tome da li su, u nekom posebnom slučaju, takvi iskazi „istiniti" ili nisu. Govor koji se sastoji od takvih iskaza možemo nazvati zdravorazumskim govorom, ili svakidašnjim govorom. To „je tako" za Walta Whitmana, jer se „pokazuje svakom muškarcu i ženi".

Ali situacija je potpuno različita ako razmotrimo opće iskaze formulirane u apstraktnoj terminologiji kao „Zakon inercije" ili „Očuvanje energije". Bilo da ih zovemo principima, premisama, hipotezama ili generalizacijama, jedna stvar je sigurna: o njima ne možemo postići onakvo opće razumijevanje kakvo možemo postići o zdravorazumskim iskazima. Zbog toga se, prirodno, postavlja pitanje: Zašto prihvaćamo neke opće naučne iskaze a druge ne? Koji su uzroci našeg prihvaćanja tih općih iskaza? To je djelomično psihološki i sociološki problem. Opći iskazi fizikalne znanosti nisu jednostavno empirijske činjenice. Činjenica je da ljudi iznose i prihvaćaju te opće principe. Ta činjenica, međutim, ne pripada fizici već

recimo, psihologiji ili antropologiji. Tako vidimo da čak filozofija fizikalne znanosti nije iscrpljena samom fizikom. U fizici razabiremo neke od razloga zašto su ti opći principi prihvaćeni, ali ni u kojem slučaju sve od njih. Filozofija znanosti je dio znanosti o čovjeku, i zaista, nećemo je razumjeti ukoliko ne znamo nešto od drugih znanosti o čovjeku, kao što su psihologija, sociologija itd. Svi razlozi za prihvaćanje općih principa znanosti pripadaju filozofiji znanosti. Koji je zapravo odnos između zdravorazumskog iskustva i tih općih principa? Da li je puko zdravorazumsko iskustvo dovoljno? Jesu li opći iskazi znanosti jednoznačno određeni ili isti skup zdravorazumskih iskustava može dovesti do različitih općih iskaza? Ako je ovo drugo slučaj, kako možemo izabrati jedan od tih općih iskaza radije nego drugi? Kako dolazimo od jednog — zdravorazumskog iskustva — do drugog — općih iskaza znanosti? To je središnji problem filozofije znanosti.

Ovdje bismo mogli opisati, na preliminaran i površan način, kakav je odnos između znanosti i filozofije. Ako govorimo na običan način o lancu koji povezuje zdravorazumsko iskustvo s općim iskazima znanosti, na kraju tog lanca, kako iskazi postaju sve općenitiji, možemo smjestiti filozofiju. Vidjet ćemo da što se više ide u općenitosti, to su opći iskazi znanosti manje jednoznačno određeni izravnim opažanjima i manje su izvjesni. Za sada nećemo ulaziti dalje u distinkciju između znanosti i filozofije. To ćemo raspraviti kasnije.

2. *Modeli opisa*

Prikupljanjem i registriranjem velike količine zdravorazumskog iskustva na određenom području možemo napraviti duge popise očitanih stanja kazaljki ili opise igrajućih obojenih mrlja. Međutim, pukim registriranjem, koliko god ono bilo precizno i opsežno, ne dobivamo ni najblaži nagovještaj o tome kako da formuliramo teoriju ili hipotezu iz koje možemo na praktičan način izvesti registrirane rezultate. Ako si naprosto postavimo kao problem pronalaženje neke hipoteze koja bi se dobro slagala s onim što smo registrirali, ne čini se mogućim da postignemo neki nedvosmislen rezultat. Još 1891. C. S. Peirce je napisao:

> Ako se hipoteze moraju iskušavati nasumce, ili jednostavno stoga što će se one slagati s određenim pojavama, svjetski matematički fizičari bit će okupirani recimo u prosjeku pola stoljeća da svaku teoriju provjere, a budući da se broj mogućih teorija

može popeti do trilijuna, od kojih samo jedna može biti istinita, imamo malo izgleda za daljnja temeljita nadopunjavanja tog predmeta u naše vrijeme.

Ako pokušamo postaviti teoriju ili hipotezu na temelju registriranih opažanja, brzo uočavamo da bez neke teorije ne znamo uopće ni što bismo opažali. Slučajna opažanja obično nisu prikladna za bilo kakvu generalizaciju. Možda je na ovom mjestu uputno pročitati odlomak iz *Cours de philosophie positive* Augusta Comtea. Comtea su smatrali ocem škole mišljenja poznate kao „pozitivizam". Prema jednom stanovištu koje su filozofi često podržavali, on i njegova škola su veličali vrijednost opažanja a omalovažavali, ili čak odbacivali, formiranje teorija stvaralačkom imaginacijom. Međutim, on piše:

> Ako, s jedne strane, svaka pozitivna teorija mora nužno biti utemeljena na opažanjima, jednako je logično, s druge strane, da naši umovi trebaju neku teoriju da bi opažali. Ako prilikom promatranja pojava ne bismo te pojave povezali određenim principima, ne bi bilo moguće te izolirane opažaje kombinirati i iz njih izvoditi neke zaključke. Štoviše, čak ih ne bismo mogli zadržati u sjećanju. Ove činjenice bi obično ostajale pred našim očima nezapažene. Dakle, ljudski um je, od svog početka, stiješnjen između nužnosti da formira stvarne teorije i jednako urgentne nužnosti da stvori neku teoriju kako bi se provela smislena opažanja. Naši umovi našli *bi se zarobljenima u začaranom krugu*, da nema, srećom, prirodnog izlaza kroz spontani razvoj teoloških pojmova.

Teološki pojmovi su vrlo bliski zdravorazumskom iskustvu. Oni tumače božje stvaranje svijeta kao analogno urarovom pravljenju satova. Kasnije ćemo vidjeti da je ova vrsta analogije bila osnovom svih metafizičkih interpretacija znanosti. Na ovom mjestu moramo biti potpuno svjesni činjenice da nam puko registriranje opažanja ne pribavlja ništa do „igrajućih mrlja" i da „znanost" ne započinje ukoliko ne pođemo od ovih zdravorazumskih iskustava k jednostavnim modelima opisa, koje zovemo teorijama. Odnos između direktnih opažaja i pojmova koje upotrebljavamo u „naučnom opisu" predstavlja glavni predmet interesa svake filozofije znanosti.

Uzmimo relativno jednostavan primjer, gdje je taj odnos prilično direktan. Zamislimo da izbacujemo neko tijelo u zrak — recimo ostatak cigaretnog papira — što se s njime dešava?

Ako to uradimo mnogo puta — stotinu, tisuću, stotine tisuća puta — jednostavno ćemo ustanoviti da je kretanje svaki puta drukčije. Gomilanje svih ovih opažaja očigledno ne predstavlja znanost. I to nije način na koji postupa fizičar, osim ako se ne radi o području koje je slabo uznapredovalo, o kojem on gotovo ništa ne zna. Ako proučavamo fiziku, učimo neka pravila — za jednoliko gibanje, za ubrzano gibanje, za kombinacije jednolikih i ubrzanih gibanja. To su sheme opisa. Moramo ih izmisliti prije nego što ih možemo provjeravati, ali kako ćemo izmisliti ove sheme? Ovdje nastupa ljudska imaginacija. Pokušavamo zamisliti neku jednostavnu shemu. Ali što je jednostavno? Moramo isprobati sve takve zamišljene sheme da bismo vidjeli da li bilo koja od njih približno opisuje stvarno kretanje papira koji pada. U udžbenicima fizike može se naći iskaz da su te sheme „idealizirano kretanje“. Ovaj izraz je krajnje neprimjeren; on upućuje na metafizičko učenje koje tvrdi da za *svaki empirijski predmet postoji odgovarajuća ideja o njemu*. Rezultat „idealizacije“ je potpuno proizvoljan. Riječju „idealiziran“ ne kažete ništa osim da se neki empirijski predmet uspoređuje s nekom „idejom“ koju ste izmislili. Ostaje pitanje svrhe tog izmišljanja ili „idealizacije“: na primjer, za neke probleme bilo bi korisnije da se obična atmosfera idealizira kao vrlo gust medij, a za druge kao prazan prostor.

Vratimo se sada na pitanje cigaretnog papira koji pada. U današnjoj mehanici svako kretanje uspoređujemo sa shemom koja prikazuje kretanje točke mase u praznom prostoru. Smatramo da dvije vrste kretanja predstavljaju sastavne dijelove kretanja izbačenog tijela, jednoliko ubrzano gibanje nadolje i jednoliko horizontalno kretanje u ravnini. Prvo nazivamo gravitacijskim kretanjem a drugo inercijalnim kretanjem. Iz ove sheme možemo izvesti mnogo korisnih stvari, ali ne i sve. Ova analiza je približno točna za razrijeđen zrak, ali mnogo manje za medij visoke viskoznosti. Trebamo izmisliti drugu shemu ako želimo izračunati efekat gustog ili viskoznog medija.

Model pomoću kojeg opisujemo kretanje u razrijeđenom zraku je kretanje pri konstantnom „ubrzanju“. Pojam ubrzanja je vrlo udaljen od igrajućih mrlja naših neposrednih opažaja. Ako je položaj tijela u kretanju matematički opisan nekom proizvoljnom funkcijom vremena, ubrzanje je opisano pomoću izračunavanja „druge derivacije obzirom na vrijeme“ u smislu diferencijalnog računa. Opaziti ekvivalent „druge derivacije“ u sferi zdravorazumskog iskustva značilo bi provesti veoma veliki broj krajnje preciznih očitovanja kazaljki; ne smijemo

zaboraviti da je „druga derivacija" definirana kao granična vrijednost beskonačnog skupa veličina.

Prema tome, možemo reći da eksperimentalni znanstvenik uopće ne opaža veličine koje se javljaju u modelima naučnog opisa, u naučnim zakonima. Susanne Langer u svojoj knjizi *Filozofija u novome ključu* piše:

> Ljudi po laboratorijama toliko su se udaljili od starih oblika eksperimentalnog rada... da se uopšte ne može reći da oni posmatraju stvarne objekte svog zanimanja... Čulni podaci na kojima se temelje propozicije moderne nauke uglavnom su sitne tačke i mrlje na fotografskim pločama ili mastilom izvučene krivulje na hartiji... Ono što je neposredno zapažljivo tek je znak „fizičke činjenice", koji zahteva tumačenje da bi nam pružio naučne propozicije.[1]

3. *Razumijevanje pomoću analogije*

Za sada ćemo razmotriti kretanje samo u vrlo razrijeđenom zraku. Da li je ljudski um zadovoljan ako zna tu shemu konstantnog ubrzanja? Ne, on pita *zašto* se predmet ubrzava prema dolje a zašto se horizontalno kreće jednoliko? Ako želite to objasniti učeniku (a u određenom smislu svi smo mi učenici svijeta), reći ćete da se predmet ubrzava prema dolje pod utjecajem zemljinog privlačenja. Ali ako malo razmislite uvidjet ćete da to uopće nije nikakvo objašnjenje. Što je privlačenje? U srednjem vijeku objašnjenja su uvijek bila antropomorfna i sastojala su se od usporedbe s ljudskim postupcima. Vjerovalo se da se teški predmeti žele što je više moguće približiti središtu Zemlje. Što se više približe, postaju ushićeniji i brže se kreću. Premda je danas naša spoznaja suptilnija, još se uvijek služimo pojmom privlačenja. Kada bilježimo položaje cigaretnog papira koji pada, djelujemo na razini svakidašnjeg iskustva. Ali nastojimo „razumjeti" opći zakon njegovog kretanja uspoređujući ga direktno s privlačenjem, koje je psihološki fenomen našeg svakidašnjeg života. Nije nam dovoljno da predstavimo svakidašnje iskustvo isključivo direktnim opažanjima tijela koja padaju.

Teže je objasniti jednoliko kretanje tijela. Kažemo da je ono uzrokovano inercijom; svi znamo što to znači, jer znamo iz svakidašnjeg iskustva da smo inertni. Inercija znači tromost,

---

[1] Susanne K. Langer, *Filozofija u novome ključu*, Beograd, Prosveta, 1967, str. 67.

nedostatak želje za kretanjem. Na primjer, mora postojati neki vanjski poticaj da ujutro ustanemo — neka nastava koju se mora pohađati, ili očekivanje dobrog doručka. Zakon inercije izgleda nam vrlo uvjerljiv na temelju ove usporedbe. Samo se čudimo zašto je čovjeku trebalo toliko mnogo tisuća godina da ga otkrije. Međutim, ova metoda objašnjavanja uvođenjem iskustva o našoj vlastitoj tromosti je potpuno proizvoljna. Stvari nisu tako jednostavne kao što izgledaju.

Ako se nalazimo u krevetu u vlaku, ne možemo jednostavno na osnovu naše vlastite tromosti odrediti da li ćemo bez ulaganja napora ostati u krevetu ili biti izbačeni van. Ako vlak stane ili promijeni brzinu, naša „tromost" neće nam pomoći da u krevetu ostanemo na mjestu. Ono što se stvarno dešava je da „bez napora" zadržavamo svoju brzinu s obzirom na neke fizičke mase. U primjeru vlaka ta masa je naša Zemlja. Ali iz primjera Foucaultovog njihala ili skretanja izbačenih projektila zbog rotacije Zemlje, možemo vidjeti da je Zemlja nadomjestak za neku veću masu s obzirom na koju zadržavamo našu brzinu; na primjer, za masu naše galaksije. A vidjet ćemo kasnije da čak ni to nije potpuno ispravno. U svakom slučaju, analogija svakidašnjeg iskustva tromosti predviđa opažljive posljedice kretanja samo na vrlo neodređen način, koji je upotrebljiv samo pod vrlo posebnim okolnostima. Ono što je zaista od važnosti u fizikalnoj znanosti jeste apstraktna shema: *svaka brzina će ostati konstantna s obzirom na neku* specifičnu masu koja sačinjava ono što zovemo inercijalnim sistemom. Usporedba s pojavom svakidašnjeg života neće pokazati nikakvo neslaganje s tom shemom. Tromost je samo u *neodređenoj* analogiji s inercijom, isto kao privlačenje s gravitacijom.

Ako pronađemo jednostavnu shemu za skupinu pojava — na primjer konstantno ubrzanje za tijelo koje pada u razrijeđenom zraku — skloni smo razmišljati na slijedeći način: „Kretanje s točnim konstantnim ubrzanjem je idealizacija stvarnog pada tijela kroz razrijeđeni zrak." Riječ „idealizacija" upozorava da ispuštamo slučajna odstupanja stvarnog kretanja, a zadržavamo samo „bitni dio kretanja", jednoliko ubrzano gibanje. Pojam „bitan" znanstveniku znači „prikladan za postizanje željenog cilja". U odnosu na naš primjer, to znači „prikladan za najjednostavniji i najpraktičniji opis pada u razrijeđenom zraku".

Na taj način možemo razlikovati „bitne" i „slučajne" komponente određenog kretanja. Postojao je ipak neki poticaj da se postave općenitija pitanja, kao: „što su ‚bitna svojstva' kretanja općenito?" ili, „što je ‚bit kretanja'?" Ako želimo

upotrijebiti pojam „bit" na isti način kao u posebnom slučaju, pod pojmom „bitna svojstva" nekog predmeta podrazumijevali bismo ona svojstva koja su nužna za postizanje određene svrhe. Bez navođenja svrhe, izraz „bit" nema jasno značenje, osim ako ne postoji svrha koja se podrazumijeva i koju ne treba spominjati.

Ako je neki predmet, na primjer kuću, izgradio čovjek, jasno je da su „bitna svojstva" kuće ona koja su važna za graditelja, ona koja čine kuću dobrom za stanovanje ili kućom koja se može prodati uz veliki dobitak. Možemo, dakle, govoriti o biti prirodnog predmeta, kamena ili životinje, ili ljudskog bića samo ako pretpostavimo da ih je njihov tvorac pravio s određenom svrhom.

Ako govorimo o „biti" prirodnih predmeta, smatramo te predmete analognima umjetnim predmetima koje je izradio čovjek[2]. Ta analogija je ili implicitno pretpostavljena, ili je učinjena eksplicitnom upućivanjem na tvorca fizičkog svijeta. Na ovaj način govora vratit ćemo se kasnije, kada budemo raspravljali metafizičke interpretacije znanosti.

4. *Aristotelova shema prirodne znanosti*

Spomenuli smo (u odjeljku 1) da o znanosti moramo govoriti na dvije razine. Jednu smo nazvali razinom svakidašnjeg zdravorazumskog iskustva, odnosno, razinom direktnog opažanja. Druga je razina općih principa znanosti. Nije pretjerano reći da je do većine nesporazuma u filozofskoj interpretaciji znanosti došlo zbog toga što se nisu jasno shvatili razlika između te dvije razine i način na koji su one povezane. Ove dvije razine neposrednog iskustva i apstraktnih rečenica igrale su veliku ulogu u povijesti filozofije. Profesor F. S. C. Northrop bavio se ovom razlikom u svojoj dobro poznatoj knjizi *The Meeting of East and West*. On razmatra razliku između Istočne filozofije (indijske, kineske) i Zapadne filozofije (engleske, francuske, njemačke) i zaključuje:

> Orijentalni dio svijeta je usmjerio svoju pažnju na prirodu svih stvari u njihovoj emocionalnoj i estetskoj, čisto emipirijskoj i pozitivističkoj neposrednosti. Težio je da kao ukupnost prirode stvari obuhvati tu sveukupnost neposredno shvaćene činjenice koja je u ovom tekstu bila nazvana diferenciranim estetskim

---

[2] Sv. Toma Akvinski, *Summa Theologica*, dio I, pitanje XVI, *O istini*, prvi članak.

kontinuumom. Dok je tradicionalni Zapad započeo s tim kontinuumom i još se vraća njegovim lokalnim dijelovima da bi potvrdio svoje statistički formulirane, postulatski propisane teorije struktura i predmeta, u odnosu na koje su elementi složenog estetskog kontinuuma puki korelati ili znakovi, Istok nastoji koncentrirati svoju pažnju na taj diferencirani estetski kontinuum po sebi i za sebe, radi njega samoga[3].

Govoreći malo jednostavnije: diferencirani estetski kontinuum je središnji predmet Istočne filozofije. Zapadna filozofija time počinje i postavlja teorije; ako želi provjeriti teoriju, vraća se diferenciranom estetskom kontinuumu. Glavni predmet Zapadne filozofije nije taj diferencirani estetski kontinuum, već apstraktna pravila kao održanje mase, energije itd. Ne znam da li je to razlikovanje između Istočne i Zapadne filozofije ispravno ili nije. Što god da je, ipak, istinito o Istoku i Zapadu, jedno je sigurno — da postoje ta dva pristupa, neposredno osjetilno iskustvo i pojmovne strukture.

Da bismo dali jasan i jednostavan prikaz onog „Zapadnog" pristupa znanosti i filozofiji, možemo početi od Aristotela, čiji radovi predstavljaju najstariji pokušaj sistematskog pristupa znanosti i filozofiji. U svojoj knjizi o fizici (i fizika i filozofija fizike bile su uključene u taj drevni rad), on opisuje „prirodni put istraživanja". Aristotel kaže:

> Prirodni put istraživanja počinje od onog što je lakše spoznatljivo i što nam je očiglednije, i ide dalje k onome što je još očiglednije i suštinski razumljivije... jedno je da nam je nešto spoznatljivo a sasvim je drugo da je nešto objektivno razumljivo. Propisana metoda se sastoji u slijedećem: napredovati od onog što nam je jasnije, premda je suštinski nejasnije, prema onom što je suštinski jasnije i razumljivije[4].

Za ilustraciju tog puta istraživanja možemo upotrijebiti primjer koji smo već spomenuli: rezultati naših opažanja papira koji pada su nam izravno spoznatljivi, jer ih vidimo vlastitim očima, ali su suštinski nejasni, jer nisu u skladu s nekim uvjerljivim zakonom. S druge strane, zakon inercije, uzroč-

---

[3] F. S. C. Northrop, *The Meeting of East and West*, New York, The Macmillan Company, 1946, pogl. 10.
[4] Aristotel, *Physics*, iz *The Works of Aristotel*, izdao W. D. Ross, London, Oxford University Press.

nosti i slični su razumljivi i uvjerljivi jer odražavaju neku analogiju s našim vrlo uobičajenim iskustvima. Aristotel je želio reći da je jedna od temeljnih karakteristika naučne metode napredovanje od onog što nam je izravno spoznatljivo ka onom što je razumljivo.

5. *Od „zbrkanih skupina" do „razumljivih principa"*

U starovjekovnoj i srednjovjekovnoj nauci znanost i filozofija su bile dio jednog misaonog lanca i nisu se međusobno razlikovale. Jedan kraj tog lanca doticao je zemlju — izravno spoznatljiva opažanja. Lanac ih je povezao s drugim, uzvišenijim krajem — razumljivim principima. Način na koji je to Aristotel izrazio danas se s pravom može kritizirati, ali njegova formulacija čak i danas ostaje praktični referencijalni okvir koji je koristan za sve diskusije o odnosu između filozofije i znanosti. Aristotel je rekao: „Ono što je jasno i očigledno u početku su prilično zbrkane skupine, čije elemente i principe kasnije spoznajemo analizom."[5] Takva zbrkana skupina bilo je naše opažanje padanja cigaretnog papira. Kada smo analizirali tu zbrkanu skupinu, dobili smo princip inercije, pojam točke mase itd. Ovi posljednji su razumljivi pojmovi. To je opis koji se na određeni način odnosi na svako naučno istraživanje. Čak i najpraktičnije nastrojeni inženjeri moraju priznati da postoje dvije vrste iskaza: s jedne strane, iskazi koji se odnose na izravna opažanja i grubo empirijska pravila koja inženjeri zovu „praktična pravila", a s druge strane razumljivi principi poput zakona inercije. Nitko ne može poreći da te dvije razine postoje. Jedna od najočiglednijih razlika između tih dviju razina je slijedeća: inženjer će lako promijeniti svoja praktična pravila pod utjecajem novih opažanja, ali on neće lako priznati da je pogrešan neki tako općenit princip kao zakon inercije. Ako bude morao izabrati, on će obično pretpostaviti da su njegova opažanja bila pogrešna a ne zakon inercije.

Lanac će biti korisna slika za razumijevanje razlike između znanosti i filozofije. Ova razlika nije uvijek postojala. U vrijeme starog i srednjeg vijeka, cijeli lanac od promatranih činjenica do razumljivih principa nazivan je naukom a također i filozofijom. Ako danas promatramo tradicionalni način učenja znanosti i filozofije na univerzitetima, nalazimo da se oni uče na različitim odjelima. Među njima postoji malo suradnje. Znanstvenici često vjeruju da su filozofi samo prič-

---

[5] *Ibid.*

ljivci, i da, k tome, ono o čemu pričaju predstavlja besmislicu. Filozof kaže da je znanstvenik čovjek s vrlo ograničenim umom, koji razumije samo vrlo usko područje dok je predmet filozofa svijet kao cjelina. Često se iznosi objašnjenje da je znanost postala toliko specijalizirana da čovjek više nije u mogućnosti da zna, kao što je Aristotel znao, etiku, politiku, fiziku, poetiku, retoriku itd. Tvrdi se da danas nitko ne može postići univerzalno znanje i razumijevanje. Svatko je suviše zaposlen upoznavanjem usko specijaliziranog predmeta. Postoji izreka: „Znanstvenik zna mnogo o malo stvari; filozof zna malo o mnogo stvari." Govorenje o sve većoj specijalizaciji u znanosti nam ipak ne kazuje cijelu priču. Na neki način, znanost je danas manje specijalizirana nego što je bila prije 50 godina: ima mnogo više unakrsnih veza. Razmotrimo, na primjer, fiziku i kemiju; prije pedeset godina bile su smatrane vrlo različitim područjima. Studenti jednog od tih predmeta su bili odvraćani od „gubljenja vremena" u nastavi posvećenoj onom drugom predmetu. Filozofi su čak pružili jedan „razumljiv" razlog zašto će fizika i kemija uvijek biti odvojene jedna od druge: fizika se bavi kvantitetom, a kemija kvalitetom. Zatim se razvilo područje fizikalne kemije, a kasnije područje kemijske fizike. Danas bi teško bilo reći u čemu je razlika između fizike i kemije, a razlika postoji samo ako se opisuju najelementarnija iskustva na najnižoj razini apstrakcije; što je viša razina apstrakcije, manja je razlika. Fizičari su znali podcjenjivati kemiju, jer je bila grubo empirijsko znanje, nešto kao „kuhanje", ali sada su zakoni kemije izvedeni iz fizike, iz termodinamike, elektrodinamike i iz kvantne mehanike. Prema tome, sada je fizičarima mnogo lakše da nauče i razumiju kemiju, i slično, kemičarima da nauče fiziku. Ista ovisnost postoji između fizike i biologije, ili između ekonomije i antropologije. Sve donedavno, ove posljednje su bile smatrane potpuno nepovezanima. Ekonomisti su bili ljudi koji su mogli izračunati trendove u razmjeni robe; antropolozi su proučavali divlja plemena. Danas moramo razumjeti ekonomiju kao plemenski običaj, a plemenske običaje sa stanovišta ekonomije.

Dakle, ne možemo sa sigurnošću reći da danas čovjek ne može postići razumijevanje različitih područja znanosti. Nestajanje starog jedinstva između znanosti i filozofije teško se može pripisati sve većoj specijalizaciji u znanosti.

6. *„Znanost" i „filozofija" kao dva kraja jednog lanca*

Raspravili smo Aristotelov opis „prirodnog puta istraživanja", koji „počinje od onog što je lakše spoznatljivo i što nam je očiglednije, i ide dalje k onome što je još očiglednije i

suštinski razumljivije..." Cijela ova ideja zasnovana je na činjenici da postoje takvi opći principi koji su nam jasni i razumljivi iako su udaljeni od našeg neposrednog iskustva. Ako pogledamo svijet oko sebe, opažamo različite vrste fizikalnih fenomena: kretanje planeta oko sunca, gibanje čestica u elektromagnetskom polju itd. Nejasno je zašto se ti fenomeni zbivaju i zašto slijede posebne zakone. Uloga općih principa je da nam učine uvjerljivim to zašto se ti fenomeni zbivaju na ovaj, a ne na neki drugi način. Ako razmotrimo lanac koji povezuje iskaze o našem izravnom iskustvu s općim iskazima znanosti, možemo upitati koja je uloga ovog lanca u ljudskom životu. Tu ulogu možemo opisati tako da opišemo oba kraja lanca.

Počinjemo od kraja lanca koji odgovara izravno opaženim činjenicama, koje su opisane u jeziku svakidašnjeg života. Pokušavamo postaviti principe iz kojih možemo izvesti te opažljive činjenice. U nekim slučajevima možemo iz jednog principa izvesti neizmjeran broj opažljivih činjenica. Iz Newtonovih zakona možemo izvesti činjenice koje se odnose na kretanja nebeskih tijela; iz elektromagnetske teorije možemo izvesti činjenice koje se tiču svih električnih i magnetskih pojava; iz mendelovskih zakona možemo izvesti obrasce nasljeđivanja itd. Ovi principi omogućuju orijentaciju u svijetu činjenica. Oni nam pomažu u praktičnim primjenama naših opažanja. Taj kraj lanca možemo kratko zvati eksperimentalnim ili tehničkim krajem. Ta upotreba lanca — postavljanje principa iz kojih možemo izvesti opažljive činjenice i njihove primjene — jeste ono što danas zovemo „znanošću". „Znanost" se puno ne zanima za pitanje da li su ti principi uvjerljivi ili nisu. Ovo posljednje mnogo ne zanima znanstvenika kao znanstvenika. U mnogim udžbenicima nalazimo iskaz da uopće nije važno jesu li ti principi uvjerljivi ili nisu. U stvari, ti udžbenici kažu, principi znanosti dvadesetog stoljeća kao teorija relativnosti ili kvantna teorija, uopće nisu uvjerljivi, već paradoksalni i zbunjujući. Stoga ovaj „eksperimentalni i tehnički kraj" možemo također zvati i „naučnim krajem" lanca.

U starovjekovnoj znanosti, međutim, ljudi su također zahtijevali da zakon inercije, na primjer, bude moguće izvesti iz uvjerljivih i razumljivih principa, kao što je princip dovoljnog razloga (ništa se ne može dogoditi bez nekog uzroka) ili zakon vječnosti supstancije (sva materija je vječna; ona ne može biti uništena ni stvorena). Ovaj kraj lanca u kojem su zakoni fizike izvedeni iz razumljivih i očiglednih principa može se nazvati „filozofskim" krajem lanca. Zakoni srednje općenitosti, fizikalni zakoni, sami se svode na zakone više općenitosti

koji su neposredno razumljivi. Svatko će razumjeti zašto trebamo naučni kraj, ali zašto nam je potreban taj filozofski kraj lanca? Nema sumnje da je, za praktične svrhe, ljudskom rodu uvijek bio potreban taj filozofski kraj. Činjenica je da je tako bilo stoljećima, i da je tako još i danas. Kada su principi relativnosti i kvantne mehanike bili razvijeni, neki ljudi su rekli: „Možda iz tih principa možete izvesti korisne rezultate, ali oni (principi) su nejasni, čak paradoksalni. Oni služe određenoj praktičnoj svrsi, ali nisu ‚razumljivi'. Mi ne ‚razumijemo', te teorije kao što smo razumjeli newtonovsku mehaniku." Postoje, naravno, vrlo različiti nazori o točnim uvjetima pod kojima neki princip smatramo „razumljivim". Neki ljudi kažu da su oni „izravno shvaćeni intuicijom". Drugi ističu da je pitanje koje principe čovjek smatra „razumljivima" ovisno o povijesnoj evoluciji. U svakom slučaju, postoji čežnja za tim „razumljivim" principima; to je psihološka činjenica. Ali koja je potreba bila stvarno zadovoljena takvim principima? To ne može biti naučna potreba, ili bi principi trebali biti jednostavno naučni principi, kao zakoni fizike, i opravdani njihovim empirijskim rezultatima.

Kroz rad znastvenika, naučili smo da opažljive pojave, koliko god izgledale složene, mogu, u mnogo slučajeva, biti približno izvedene iz jednostavnih matematičkih formula. Položaji tijela koje pada mogu se približno opisati formulom: „Ubrzanje je konstantno." Položaji planeta u odnosu na Sunce mogu se približno opisati tako da se kaže da su „smješteni" u čunjosječnici nazvanoj „elipsa". Znanstvenik bi opisao te činjenice na slijedeći način: polazeći od opažanja položaja, znanstvenik traga za jednostavnom formulom iz koje se mogu izvesti opaženi položaji. Postupak kojim je nađena takva formula naziva se „indukcijom". To nalaženje zahtijeva upotrebu stvaralačke imaginacije od strane znanstvenika. Ako želimo opisati to nalaženje formule našim svakidašnjim jezikom, postoje dva načina da to učinimo. Mogli bismo reći da je formula „izum" znanstvenika, da ona nije „postojala" prije nego što ju je znanstvenik pronašao. Uspoređujemo je s nekim izumom *kao što je telefon, koji nije postojao prije nego što ga je Alexander* Graham Bell „izumio". Hipoteza ili formula je proizvod ljudske imaginacije, znanstvenikove pronalazačke sposobnosti. Ona se mora provjeriti osjetilnim iskustvom.

Međutim, isto stanje stvari može se također opisati drukčijom analogijom sa zdravorazumskim iskustvom. Mogli bismo reći da je ta formula oduvijek postojala u okviru opažljivih činjenica. Znanstvenik je „otkriva" kao što je Kolumbo „otkrio" Ameriku. Znanstvenik nije izumitelj; on „vidi" for-

mulu svojim „unutarnjim okom" promatrajući opažljive pojave svojim osjetilnim organima. Znanstvenik upotrebljava „intuiciju" da bi otkrio formulu.

Ovaj drugi opis djelovanja znanstvenika slaže se s „velikom tradicijom" skolastičke filozofije, dok se opis znanstvenikovog rada kao „izuma" više slaže sa stajalištem pozitivizma i pragmatizma. Hans Reichenbach u svojoj knjizi *Rađanje naučne filozofije* pokazuje da je za starovjekovnu i srednjovjekovnu filozofiju bilo karakteristično uvjerenje da postoji „viđenje vlastitim umom" koje je analogno viđenju vlastitim očima. Kao što vidimo oblike i boje svojim očima, tako vidimo ideje i opće zakone svojim umom. To je bila osnova osobito Platonove teorije ideja. Prema Reichenbachu, tradicionalna filozofija zaključivala je na slijedeći način:

> Pošto fizički predmeti postoje, oni se mogu videti; pošto ideje postoje, one se mogu videti duhovnim okom... Po njegovu tumačenju, matematička vizija slična je čulnom opažanju[6].

Moderni znanstvenik kaže da su hipoteze i formule rezultat imaginacije i da se provjeravaju metodom pokušaja i pogrešaka. Ali filozof „velike tradicije" bi rekao da znanstvenik „vidi" formulu kroz opažljive pojave sposobnošću svog intelekta. Analogiju između izravnog osjetilnog opažanja i izravne intelektualne intuicije jasno je istakao Aristotel, koji kaže da „kao što su osjetila uvijek ispravna u odnosu na njihove vlastite osjetilne predmete, tako je i intelekt u odnosu na ono što stvar jest." A Sveti Toma Akvinski kaže: „Stoga intelekt nije u krivu u pogledu suštine stvari, kao što ni osjetilo nije u pogledu vlastitog predmeta."[7]
Vjerovanje u ovu analogiju objašnjava vjerovanje da naš intelekt može intuicijom „otkriti" opće zakone prirode i da može biti siguran da su oni istiniti.

7. *„Znanstveni" i „filozofski" kriterij istine*

Možemo ovdje postaviti pitanje: na temelju čega jedne principe prihvaćamo a druge ne? Možemo razlikovati dva različita kriterija istine, ili, govoreći jezikom koji je bliži ovom zdravorazumskom, dva razloga za prihvaćanje nekog principa. Povijesno je zanimljivo da je to razlikovanje vrlo staro. To je

---

[6] Hans Reichenbach, *Rađanje naučne filozofije*, Beograd, Nolit, 1964, str. 49.

[7] Sv. Toma Akvinski, *Summa Theologica*, New York, Benziger Brothers, 1974, dio I, odj. XVI, drugi članak, primj. 1.

u trinaestom stoljeću vrlo dobro formulirao Toma Akvinski, glavni predstavnik srednjovjekovne filozofije. Kriteriji koje je on razvio — i koje je opisao u svojoj *Summa Theologica* — još se danas mogu smatrati karakterističnom razlikom između dva dijela našeg lanca[8]. Jedan razlog za vjerovanje u iskaz jeste to da iz njega možemo izvesti rezultate koji se mogu kontrolirati promatranjem; drugim riječima, vjerujemo u neki iskaz zbog njegovih konzekvenci. Na primjer, vjerujemo u Newtonove zakone jer iz njih možemo proračunati kretanja nebeskih tijela. Drugi razlog za vjerovanje — a srednjovjekovna filozofija ga je smatrala višim razlogom — jest da možemo vjerovati u iskaz jer se on može logički izvesti iz razumljivih principa.

S našeg modernog znanstvenog stanovišta mi primjenjujemo samo prvi od ova dva razloga. Možemo ga zvati „znanstvenim kriterijem" u modernom smislu. Kao što Toma Akvinski ističe, ovaj kriterij nije nikada uvjerljiv. Prosuđujući prema njemu, nalazimo, na primjer, da se zaključci izvedeni iz određenog skupa principa slažu s opažanjem. Tada možemo samo zaključiti da ti principi mogu biti točni, ali ne slijedi i to da moraju biti točni. Možda bi se isti rezultati opažanja mogli također izvesti iz nekog drukčijeg skupa principa. Tada naše opažanje ne može odlučiti između dva različita principa. Na primjer, iznenada nestane nečiji novčanik. Možemo postaviti hipotezu da ga je ukrao dječak i možemo izvesti slijedeći zaključak: ako ga je dječak ukrao, novčanik će nestati. Ali da je novčanik ukrala djevojčica, slijedio bi isti rezultat. Ako postavimo hipotezu da je neki dječak ukrao novčanik, i zatim utvrdimo da nikakav novčanik nije nestao, možemo zaključiti da je hipoteza neistinita. Ali ako je novčanik nestao, hipoteza može biti istinita, ali to nije nužno. Budući da nikada ne možemo zamisliti sve moguće hipoteze, ne možemo za određenu hipotezu reći da je ona prava. Nijedna hipoteza se ne može „dokazati" eksperimentom. Ispravno je reći da eksperiment „potvrđuje" određenu hipotezu. Ako neka osoba ne nađe u svom džepu novčanik, to potvrđuje hipotezu da se možda u blizini nalazi lopov, ali je ne dokazuje. Možda ga je ostavila kod kuće. Stoga opažena činjenica potvrđuje hipotezu da ga je možda

[8] *Ibid.*, dio I, pitanje I, *Znanje o božanskim osobama*, prvi članak, odgovor, primj. 2. Svrha u koju je Sveti Toma učinio tu distinkciju je razlikovanje dokaza egzistencije Boga, s jedne strane, i dokaza egzistencije Svetog trojstva s druge. Egzistencija Boga, prema Svetom Tomi, može se izvesti ljudskim razumom, logičkim slijedom iz očiglednih principa. Ali za vjeru u Sveto trojstvo može se samo pokazati da ima uvjerljive konzekvence, dok njegova „egzistencija" ne može biti dokazana razumom, već samo božanskom objavom.

zaboravila. Svako opažanje potvrđuje mnogo hipoteza. Problem je u tome koji stupanj potvrđivanja se traži. Znanost je kao detektivska priča. Sve činjenice potvrđuju određenu hipotezu, ali na kraju ona prava može biti neka potpuno različita. Unatoč *tomu, moramo reći* da u znanosti osim ovog nemamo nikakav drugi kriterij istine.

U drugom slučaju, kada se radi o filozofskom kriteriju istine, hipoteza se smatra ispravnom ako se može izvesti iz očiglednih, jasnih i razumljivih principa. Ova dva kriterija djeluju *na dva kraja našeg lanca. Kažemo da su principi na* naučnom kraju lanca dokazani svojim opažljivim konzekvencama. To važi za najopćenitije principe. Ali ako počnemo s principima uzročnosti, ili dovoljnog razloga, i pokušamo ih provjeriti njihovim konzekvencama pomoću eksperimenta, taj slijed je vrlo nejasan i kompliciran. Filozofski gledano, ti principi imaju tu prednost što su očigledni.

Ta „očiglednost" je bila izvorno zasnovana na vjerovanju u analogiju između „viđenja vlastitim očima" i „viđenja vlastitim razumom". Kasnije ćemo doznati (u tekstu „Prekidanje lanca", odjeljak 7) zašto je traganje za „očiglednim i razumljivim" principima nadživjelo vjerovanje u analogiju između očiju i *razuma*.

Prikazali smo kriterije istine Tome Akvinskog „moderniziranim" jezikom. Međutim, vjerojatno je korisno znati njegovu izvornu formulaciju. On je napisao:

> Razum se može upotrijebiti na dva načina da bi se nešto ustanovilo: prvo, u svrhu pružanja dovoljnog dokaza za neki princip, kao u prirodnoj znanosti kada se može pružiti dovoljan razlog da bi se pokazalo da se nebo uvijek giba jednakom brzinom. Razum se primjenjuje na drugi način, ne da pruži dovoljan dokaz nekog principa nego da potvrdi neki već ustanovljen princip pokazivanjem slaganja njegovih rezultata kao što se u astrologiji teorija ekscentara i epicikala smatra ustanovljenom jer se na taj *način mogu objasniti* osjetilne pojave nebeskih gibanja; međutim, taj dokaz nije dovoljan, jer nebeska kretanja može objasniti i neka druga teorija[9].

8. *Praktična upotreba „filozofske istine"*

Prije nego što pristupimo pitanju da li su ti principi očigledni ili nisu, i zašto ih cijenimo, upitajmo se koja je „praktična" upotreba tih općih principa. Smatra se da oni opisuju

---

[9] *Ibid.*

univerzum kao cjelinu, njegovu konačnu strukturu. Zašto nam je potrebno da to znamo? Ima li to bilo kakvog utjecaja na naše živote? Kakav je to utjecaj? Smatramo da je ljudsko društvo, na neki način, slika univerzuma, da postupamo na prirodan način ako postupamo u skladu sa zakonima univerzuma. Kada formulira opću strukturu univerzuma čovjek vjeruje da će ljudi općenito na neki način oponašati tu strukturu u svom životu. Mnogi ljudi neće shvatiti da su se ponašali na taj način. Ako pak odemo na nastavu vjeronauka uliva nam se jedno viđenje konačne strukture univerzuma u vrlo ranim godinama. Tradicionalna religija je jedna od teorija koju možemo pružiti o konačnoj strukturi univerzuma. Čovjek bi najprije pomislio da fizikalne teorije kao teorija kretanja nemaju takav utjecaj na usmjeravanje ljudskih postupaka kakav pripisujemo tradicionalnoj religiji, ali isplati se ispitati ovu teoriju s tog stanovišta.

Drevni zakoni bili su vrlo različiti od ovih današnjih. Zakoni kretanja za zemaljska tijela razlikovali su se od onih za nebeska tijela. Vjerovalo se da sva zemaljska tijela imaju sklonost da se gibaju prema određenom cilju — kamenje prema dolje, zrak i vatra prema gore. Ta sklonost gibanja *prema određenom cilju smatrana je karakterističnom odlikom* svog zemaljskog kretanja. Za nebeska tijela se mislilo da se gibaju permanentnim kružnim kretanjem. Drugim riječima, zakon kretanja ovisio je o supstanci tijela. Za nebeska tijela se vjerovalo da su sačinjena od potpuno različite materije nego ona zemaljska — od nematerijalne, fine supstancije. Univerzum se sastojao od običnije supstancije zemaljskih tijela i uzvišenije supstancije nebeskih tijela.

Slično tome, vjerovalo se da se svijet sastoji od nižih vrsta bića i viših vrsta. Tako je teorija kretanja bila od velikog značaja u cijelom čovjekovom životu — ona je podržavala njegovo vjerovanje u hijerarhijsku strukturu društva. Poticala je moralno ponašanje ljudskih bića. Čak i u antičko doba postojali su „loši" ljudi koji nisu vjerovali u tu razliku između nebeskih i zemaljskih supstancija — koji su potkopavali to uvjerenje koje su ljudi morali imati. U Platonovim *Zakonima* rečeno je da bi takvi ljudi trebali biti u zatvoru[10].

Svi oni koji sebe nazivaju odgajateljima (a svatko tko je bio odgajan želi biti odgajatelj) vjeruju da je jedan način

[10] U dijalogu *Zakoni*, knjiga XII, Platon tvrdi da kada bi nebeska tijela „bila predmeti bez duše i ne bi imala um, nikada se ne bi mogla kretati s tako čudnovatom preciznošću". Tako, svatko tko naučava materijalnu prirodu Sunca i zvijezda proizvodi bezbožnost i ateizam. U knjizi X istog Dijaloga Platon predlaže strogo kažnjavanje za bezbožnost.

života bolji od drugog i da moraju podržavati naučne teorije koje podržavaju druga njihova uvjerenja. Tako ti opći principi utječu na ljudsko ponašanje. Na neki način ti „razumljivi" principi su u svojim posljedicama mnogo praktičniji od fizikalnih principa. Tehničke posljedice znanosti su manje direktne od otvorene naredbe nekome u pogledu toga što mora činiti. Prema tome, najopćenitiji principi, razumljivi principi, također su praktični ali na drugačijoj razini — na neki način, oni su praktičniji. Grubo govoreći, znanost u užem smislu nam pribavlja tehnička sredstva pomoću kojih možemo proizvesti oružja za pobjeđivanje neprijatelja, ali filozofska interpretacija znanosti može čovjeka na taj način upraviti da stvarno upotrijebi oružja.

Ovu situaciju možemo lako ilustrirati jednim primjerom iz stare Grčke. Platon raspravlja u svojoj *Državi*[11] o pitanju kako odgojiti buduće vođe društva školovanjem koje će od njih stvoriti „dobre" vođe. Jedan od učesnika u razgovoru postavlja pitanje da li astronomija ulazi u to školovanje i kako bi se taj predmet poučavanja mogao opravdati. Sokrat, koji predstavlja Platonovo stanovište u razgovoru, potpuno odbija stav da bi se astronomija trebala učiti zbog njezinih tehničkih rezultata, zbog njene korisnosti u poljoprivredi ili moreplovstvu. Ova vrsta znanja je nevažna za budućeg vođu. Međutim, ako potražimo „razumljive principe" koji objašnjavaju kretanja nebeskih tijela, prema učenju antičke Grčke nalazimo da planete pokreću božanska bića koja se kreću po savršenim kružnicama jer su ona savršena bića. Ti filozofski principi astronomije nisu suviše upotrebljivi u tehničke svrhe, za stvarno izračunavanje položaja na nebeskom svodu. Ali vjerovanje u tu filozofsku interpretaciju daje podršku vjeri u božanska bića. S druge strane, ova vjera je vrlo korisna jer potiče „dobro" vladanje građana. S tog stanovišta je, kaže Platon, astronomija vrlo važan predmet u školovanju budućih vođa.

Dobivamo vrlo jasnu predodžbu lanca koji povezuje znanost s filozofijom ako uzmemo primjer astronomije kako ga je naveo Platon. Francuski fizičar, filozof i historičar, Pierre Duhem, istakao je da je Platon, kratko govoreći, razlikovao tri stupnja astronomije: opažajnu, geometrijsku i teološku (ili filozofsku) astronomiju. Ovim redom one su smještene duž našeg lanca.

Duhem opisuje Platonovo shvaćanje na način koji nam je vrlo koristan ako želimo razumjeti odnos između znanosti i filozofije u vrijeme kada su obe još sačinjavale jedan koherentan misaoni sistem:

---

[11] Platon, *Država*, knjiga VII.

> Postoje tri stupnja znanja. Najniži stupanj je znanje putem osjetilnog opažanja. Najviši stupanj je znanje putem čistog razuma; on razmišlja o vječnim bićima i, iznad svega, o vrhovnom dobru.

Ova dva stupnja znanja podudaraju se s onim što smo ranije zvali „zbrkane skupine" i „razumljivi principi", ili „stvari viđene našim očima" i „stvari viđene našim razumom". Duhem zatim nastavlja:

> Između najnižeg i najvišeg stupnja znanja je neka vrsta pomiješanog i hibridnog rasuđivanja koje zauzima srednji stupanj. Znanje rođeno iz tog srednjeg stupnja rasuđivanja je geometrijsko znanje. Ovim trima stupnjevima znanja odgovaraju tri stupnja astronomije.

Može izgledati neobično da nema sumnje da se ono što nazivamo „modernom znanošću" razvilo iz tog „pomiješanog i hibridnog rasuđivanja" koje karakterizira srednji stupanj znanja. Duhem nastavlja:

> Osjetilno opažanje je odgovorno za astronomiju opažanja. Ova vrsta astronomije prati komplicirane krivulje koje opisuju zvijezde... Geometrijskim rasuđivanjem um stvara astronomiju koja omogućuje točne oblike i konstantne odnose. Ova „istinska astronomija" zamjenjuje nepravilne putanje koje je opažajna astronomija pomoću jednostavnih i konstantnih orbita pripisivala zvijezdama... komplicirane i promjenljive pojave su pogrešno znanje... čisti razum otkriva treću i najvišu astronomiju, teološku (filozofsku) astronomiju... U konstantnosti nebeskih kretanja ona vidi dokaz postojanja božanskih duhova koji su sjedinjeni s nebeskim tijelima[12].

---

[12] Pierre Duhem, *Système du Monde*, Paris, Hermann et fils, 1913. dio I, pogl. II, odj. XIII, str. 100. i dalje.

Philipp Frank

PREKIDANJE LANCA

1. *Kako je došlo do prekidanja lanca*

Toma Akvinski je razliku između dva kriterija za vjerovanje objasnio primjerom koji je uzeo iz astronomije[1]. Ako želimo spoznati kretanje nebeskih tijela možemo iz razumljivih principa izvesti da se ona gibaju u stalnom kružnom kretanju zato što su nebeska tijela savršena, božanska bića. Stalno kružno kretanje je očigledno savršenije od bilo kojeg ne-kružnog ili prekinutog kretanja. Čak i u antičko doba se, međutim, znalo da ti zakoni kretanja izvedeni iz očiglednih principa točno ne izražavaju opažene položaje tijela na nebeskom svodu. Zbog toga je astronomija razvila teoriju epicikala ili međusobnog kombiniranja kružnih kretanja različitih promjera iz koje bi se mogla izvesti složena opažljiva kretanja nebeskih tijela. Toma Akvinski je naglasio da se teorija epicikala ne može izvesti iz očiglednih principa. Ona se slagala s opažanjima, ali je mogla biti i neistinita, budući da se nije mogla izvesti iz razumljivih principa. Prekidanje lanca koji je povezivao znanost i filozofiju proizašlo je iz činjenice da kriterij za prihvaćanje principa nije isti u oba dijela lanca znanost-filozofija, ili, drugim riječima, duž cijele osi znanost-filozofija.

Više puta smo govorili o tom lancu koji povezuje znanost i filozofiju, neposredna opažanja i razumljive principe. To gledište može se prikazati grubim crtežom:



Slika 1

[1] Vidi prethodni članak „Lanac koji povezuje znanost s filozofijom", bilješka 8.

Ovaj lanac je ono što se naziva znanost *plus* filozofija. Duž lanca imamo iskaze različitog stupnja općenitosti. S jedne strane, činjenične iskaze; s druge strane, opće principe koji su sami po sebi jasni i razumljivi. Između njih imamo iskaze srednje općenitosti — Ohmov zakon, Newtonov zakon gravitacije, zakone elektrodinamike, Mendelove zakone nasljeđivanja — koji nisu sami po sebi razumljivi, ali su korisni u teorijama.

Ovo razlikovanje je očigledno povezano s dvostrukim kriterijem za vjerovanje. Ako imamo iskaze srednje općenitosti — zakone fizike, na primjer — zašto vjerujemo da su oni istiniti? U znanosti upotrebljavamo kriterij istine koji traži da iz tih zakona možemo izvesti činjenice koje se podudaraju s iskustvom. Kažemo da je zakon potvrđen iskustvom. Kao što smo spomenuli, pogrešno je reći da su ti zakoni srednje općenitosti ikada „dokazani" eksperimentom, ili još gore, da se oni mogu „izvesti iz činjenica". Iskaz se može izvesti samo iz iskaza veće općenitosti, nikada iz onog manje općenitog. Na primjer, iz iskaza „Svi ljudi su smrtni", možemo izvesti činjenicu da je pojedini čovjek smrtan, ali iz činjenice da su svi pojedini ljudi koje znamo bili smrtni, ne možemo izvesti iskaz „svi ljudi su smrtni". Među Grcima je postojao čovjek koji je tvrdio da mu nitko ne može dokazati da je smrtan. Tako dugo dok je bio živ nije htio vjerovati da je smrtan, a kad je umro nitko mu ništa nije mogao dokazati. Opći iskaz je uvijek proizvod određene sposobnosti ljudskog uma; taj proces može se nazvati indukcijom, induktivnim nagađanjem, imaginacijom. U svakom slučaju, to nije logički izvod.

Tako, prema riječima Svetog Tome Akvinskog, u neki iskaz možemo vjerovati zbog njegovih konzekvenci. Što je više konzekvenci koje ga verificiraju, više ćemo u njega vjerovati. Ali, kao što je on također rekao, na taj način nikada ne možemo dokazati neki iskaz. Ptolomejski sistem ili kopernikanski sistem, valna ili korpuskularna teorija svjetlosti — iz obje teorije može se izvesti vrlo mnogo činjenica. Praktično je postaviti te iskaze, koji se zatim nazovu principima ili hipotezama. (Nema razlike između principa i hipoteze. Kada neku hipotezu počnemo ozbiljno uzimati, zovemo je principom.) Znanstveno je stanovište da su opći iskazi dokazani ili potvrđeni samo svojim konzekvencama; ono što oni „intrinzično" znače ne igra nikakvu ulogu. Po tom „čisto znanstvenom" stanovištu u pogledu takvih stvari ne bi trebalo gajiti nikakva posebna opredjeljenja. To stanovište povezujemo s naučnim krajem našeg lanca.

Drugi kraj lanca potječe iz težnje da se sazna „zašto". Znanost nam ne kaže „zašto"; ona sàmo odgovara na pitanja koja

se tiču onog što se zbiva, ne „zašto“ se to zbiva. Ova težnja da se otkrije „zašto“ nije ništa drugo nego težnja da se izvedu naučni iskazi iz općih principa koji su plauzibilni i razumljivi. Ta težnja proizlazi iz uvjerenja da takvi principi postoje. Bilo je, naravno, veoma mnogo shvaćanja o kriterijima za to što je plauzibilno i razumljivo.

2. *Organicistička i mehanicistička filozofija*

Prije nego što raspravimo značenje izraza „razumljiv“ dajmo jedan historijski primjer o nekim promjenama u onom što se naziva „razumljivim principima“. Govorit ćemo o promjeni od organicističke ka mehanicističkoj filozofiji. To daje primjer „razumljivih“ principa iz kojih se pokušalo izvesti *principe srednje općenitosti.*

Što su u antičkoj i srednjovjekovnoj znanosti bili „razumljivi“ principi iz kojih su se izvodili zakoni mehanike? Vjerovalo se *da sve ima određenu prirodu, i da se ponaša* u skladu s tom prirodom, koja je bila namijenjena određenoj svrsi — priroda ptice je da leti, žabe da skače, liječnika da liječi (optimistično govoreći), kamena da pada, dima da se uspinje, nebeskih tijela da se gibaju u stalnom kružnom kretanju. Sve se ponašalo u skladu sa svojom prirodom. Općenito, bez pojedinosti, iz tog iskaza se moglo izvesti kako bi se ponašao kamen itd. Naravno, nikada se ne bi vjerovalo u principe iz kojih bi se moglo izvesti nešto što je u očiglednom neskladu s eksperimentom. Činjenica da princip nije u neskladu s eksperimentom ne bi, ipak, bila *dovoljan razlog da se u njega vjeruje.* Ovo stanovište se može nazvati organicističkim stanovištem jer je zamišljalo da se sve ponaša kao što bi se ponašao jedan organizam. Opća ideja je bila da je način na koji se ponaša neki organizam razumljiv. Aristotel je rekao da je lakše razumjeti kretanje životinje nego kamena. Danas smo takvim iskazom zapanjeni, jer je naše stanovište upravo obratno. Taj iskaz je karakterističan za organicističko stanovište.

Oko 1600. godine (rođenje moderne znanosti obično računamo od Galilea i Newtona) razvila se ideja da zakone kretanja moramo zasnovati na novim principima. Najkarakterističniji je zakon inercije, koji zamišlja da tijelo po svojoj prirodi ide u beskonačnost, kamo nema nikakvog razloga da ide, potpuno suprotno ogranicističkom stanovištu. Nakon što su se, međutim, početkom devetnaestog stoljeća ljudi na njih privikli, smatralo se da su Newtonovi zakoni razumljivi i po sebi plauzibilni principi. „Organicističko“ stanovište zamijenje-

no je „mehanicističkim". S tog stanovišta Newtonovi zakoni se smatraju razumljivim i najplauzibilnijim zakonima. Sada je teško objasniti kretanje životinja. Ubrzanje čovjeka koji napušta učionicu vrlo je lako razumjeti, prema organicističkim principima, opisivanjem čovjekovog cilja — na primjer, da ide na ručak — ali je vrlo teško to ubrzanje razumjeti s mehanicističkog stanovišta.

Prije mnogo godina u Beču, pojava prvog automobila bila je velik događaj. Postoji priča da je inženjer objasnio automobil jednom nadvojvodi koji ga je vrlo pažljivo slušao i, kad je inženjer završio, nadvojvoda je rekao da postoji samo jedna stvar koju nije razumio — gdje je konj? U organicističkoj tradiciji, on nije mogao razumjeti da bilo što osim nekog organizma može proizvesti silu. S druge strane, u dvadesetom stoljeću imamo priču o dječaku iz grada New Yorka koji nikada nije vidio konja — moramo pretpostaviti da iz nekog razloga on nikada nije bio na konjskim trkama, jer čak i u ovo mehanizirano doba izgleda da se konji upotrebljavaju u ovu svrhu. Možete zamisliti njegovo zaprepaštenje kada je prvi put išao na selo i vidio konja kako vuče teret. U mehanicističkoj tradiciji, on je smjesta upitao gdje je motor?

3. *Kako je rođena znanost u modernom smislu*

Jedan od najvećih filozofa dvadesetog stoljeća, A. N. Whitehead je napisao:

> U čitavom svijetu i u svim razdobljima bilo je praktičnih ljudi, zaokupljenih nesvodivim i tvrdoglavim činjenicama; u čitavom svijetu i u svim razdobljima bilo je ljudi filozofskog temperamenta, koji su bili zaokupljeni smišljanjem općih principa[2].

U antici i srednjem vijeku bilo je vrlo malo suradnje između te dvije vrste ljudi. Whitehead ističe da je znanost u modernom smislu rođena kad je započela ta suradnja i kada su oba interesa, za činjenice i za ideje, spojena u jednoj te istoj osobi. „Sjedinjenje strasnog interesa za pojedinačne činjenice s jednakom privrženošću apstraktnim generalizacijama proizvodi novinu u našem današnjem društvu."[3]

William James je opisao ova dva tipa ličnosti u svojim predavanjima o pragmatizmu. Nazvao ih je „nježnim" i „čvr-

---

[2] Alfred North Whitehead, *Science and the Modern World*, New York, The Macmillan Company, 1925, pogl. I.
[3] *Ibid.*

stim" naravima; činilo mu se da isključiv interes za stroge činjenice ukazuje na „čvrstoću" karaktera.

Whitehead je pretpostavio da do suradnje između ove dvije vrste nije moglo doći prije rođenja našeg „sadašnjeg društva". U društvu antičke Grčke „filozofi" i „znanstvenici" koji su se zanimali za opće principe pripadali su višoj društvenoj klasi od obrtnika, koji su se zanimali za „čvrste činjenice" tehničke primjene. Ovi drugi su pripadali nižoj klasi i nisu imali razumijevanja za opće ideje. Znamo, međutim, da su stari Grci i Rimljani pokazivali čudesno umijeće i vještinu u gradnji a čak i u nekim područjima mehaničke konstrukcije, ali znanje tih antičkih graditelja i inženjera nije bilo „filozofsko" *ili „naučno"; bilo je čisto tehničko. Njihove metode* nisu bile izvedene iz Aristotelove organicističke fizike.

Suprotnost između antičkog i modernog pristupa tehničkom znanju opisao je profesor tehnike u suvremenom Rimu:

> Ono što moderna znanost i industrija postižu provjerama u laboratorijskom istraživanju, teorijskim hipotezama izraženim u formulama... postignuto je u znanosti i industriji antike prenošenjem tehničkog znanja... i empirijskim formulama, ljubomorno čuvanim i ostavljanim u naslijeđe u zagonetnom simboličkom obliku[4].

Mogli bismo reći da su „niži" slojevi prikupljali činjenice dok su „gornji" iznosili principe. Dodir između dva tipa znanja obeshrabrivali su društveni običaji. Ako je čovjek visokog društvenog statusa pokušao primijeniti svoju „filozofiju" ili „znanost" na tehničke probleme bio je oštro kritiziran. Eksperimentalno provjeravanje općih principa zahtijevalo je manuelni rad, koji su stari Grci smatrali zanimanjem što priliči robovima a ne slobodnim ljudima.

Ovo stanovište možemo razumjeti ako u Aristotelovoj knjizi *o politici pročitamo njegovu obranu institucije ropstva.* On je vladanje gospodara robom usporedio s vladanjem čovjekovog uma njegovim tijelom. Rekao je:

> Ne možemo sumnjati da je prirodno i korisno za tijelo da njime vlada duša a za emocionalni dio duše da njime vlada razum ili dio u kojem razum prebiva, i da su, ako se to dvoje izjednači, posljedice štetne za oboje[5].

---

[4] Gustavo Giovannoni, *The Legacy of Rome*, uredio Cyril Bailey, London, Oxford University Press, 1923, str. 433.
[5] Aristotel, *Politika*, knjiga I.

Iz ove napomene on je izveo odgovarajući odnos između čovjeka i životinje, između muškarca i žene. „Isti zakon podređenosti", nastavio je, „mora vrijediti u odnosu na ljudska bića općenito." Po njemu:

> Postoje dvije klase osoba i jedna je toliko podređena drugoj kao tijelo duši ili životinja čovjeku... te osobe su prirodni robovi i za njih je život ropske pokornosti pogodan... Prirodni rob je samo do te mjere racionalno biće da shvaća razum a da ga ne posjeduje. I u tome se rob razlikuje od drugih životinja, jer one niti shvaćaju razum niti mu se pokoravaju[6].

Rob je bio smatran bićem koje nije u stanju da shvati opće ideje, već samo da razumije naredbe kako da se ponaša u posebnim slučajevima. To je razlika između „filozofa-znanstvenika" i obrtnika. Ovaj drugi tip osobe uključivao je, prema stanovištu antičke Grčke, ne samo obrtnike već i one koje zovemo „umjetnicima" — slikare, kipare, muzičare.

Koliko duboko je bio usađen prezir prema manuelnom radu u Grčkoj može se vidjeti u Plutarhovoj biografiji velikog atenskog državnika Perikla. Cvjetanje umjetnosti danas smatramo velikom slavom „Periklovog doba", a Plutarh je napisao:

> Divljenje nas uvijek ne navodi da imitiramo ono čemu se divimo, već naprotiv, dok smo očarani djelom često preziremo autora. Tako nam se sviđaju mirisi i grimiz dok nam se bojadisači i proizvođači mirisa pokazuju u svjetlu beznačajnih obrtnika... Ako se čovjek posveti ropskim ili obrtničkim zanimanjima, njegova vještina u tim stvarima je dokaz njegove ravnodušnosti prema uzvišenijim proučavanjima. Nijedan mladić visokog roda ili plemenitih osjećaja ne bi, na osnovu promatranja kipa Jupitera u Pisi, poželio da bude Fidija (kipar)... ili poželio biti Anakreont ili Filit, premda je oduševljen njihovim pjesmama. Jer, mada djelo može biti ugodno, poštivanje autora nije nužna konzekvenca.

Vidimo da su umjetnici koji su stvorili trajnu slavu Grčke, ljudi kao Fidija i Anakreont, bili „prezirani" od strane svojih suvremenika jer se nisu posvetili isključivo „uzvišenijim proučavanjima", tj. politici i filozofiji.

Slično vrednovanje je učinjeno na području znanosti. Dok je čista matematika kao intelektualno pregnuće pripadala „uz-

---

[6] *Ibid.*

višenim“ ili „plemenitim“ proučavanjima, tumačenje geometrije pomoću mehaničkih modela smatralo se „vrijednim prezira”. Plutarh je u biografiji rimskog generala Marcela izvijestio da je grčki učenjak Arhimed svojim mehaničkim napravama doprinio obrani svog rodnog grada, Sirakuze, protiv rimskih osvajača, ali, Plutarh je napisao, Arhimed „nije smatrao da je pronalaženje oruđa u ratne svrhe predmet vrijedan njegovih ozbiljnih istraživanja“.

Veliki filozof Platon oštro je kritizirao one znanstvenike koji su teoreme čiste mehanike ili matematike potvrđivali osobnim provjerama. Prema Plutarhu, „Platon ih je optuživao uz veliki prezir, da kvare i izopačuju savršenstvo geometrije time što čine da se ona spušta od bestjelesnih i razumskih do tjelesnih i osjetilnih stvari.“ Tko god je primjenjivao mehaničke instrumente u geometriji morao je „upotrijebiti materiju, koja zahtijeva mnogo manuelnog rada i predmet je ropskog zanimanja“[7].

Iz ovog iskaza jasno vidimo da su stari Grci eksperimentalno istraživanje u mehanici i fizici smatrali zanimanjem koje bi ponizilo slobodnog čovjeka i priječilo ga da slijedi „uzvišena ispitivanja“ filozofije i politike. Sada možemo razumjeti da:

> [čvrsto] sjedinjenje između traganja za općim idejama i registriranja krutih činjenica nije se moglo ostvariti prije nego što je znatno porastao ugled obrtništva i tehničkog postignuća. To se dogodilo nakon 1600. kada su svugdje u Evropi, u Italiji jednako kao u Francuskoj i Njemačkoj, obrtnici u velikim gradovima postali društvena klasa koja je sebe smatrala ravnom zemljoposjednicima i onima koji su poput pravnika i svećenika bili u njihovoj službi[8].

„Nova znanost“ ili „nova filozofija“ sastojale su se od kombinacije općih ideja, logičkih zaključaka i eksperimentalnog ispitivanja. „Ova ravnoteža uma“, kaže Whitehead, „sada je postala dio tradicije koja zaražava civiliziranu misao.“ On ističe da je ovaj novi način mišljenja postao osnova Zapadnog obrazovanja i kulture:

> To je sol koja život čini ugodnim. Glavna dužnost sveučilišta je da prenosi tu tradiciju od generacije do generacije kao široko rasprostranjeno naslijeđe...

---

[7] Plutarh, u svojoj biografiji Marcela.
[8] Whitehead, op. cit.

Otkako se dijete rodilo u jaslama, može se sumnjati da li se tako velika stvar dogodila s tako malo uzbuđenja[9].

4. *Znanost kao dio filozofije*

Sada ćemo pokušati razumjeti zašto se lanac znanost-filozofija prekinuo. U antici i srednjem vijeku, zahtjevi da se opći principi provjeravaju opažljivim činjenicama nisu bili vrlo strogi. Obično su samo vrlo neodređeni rezultati bili izvođeni iz „razumljivih principa". Međutim, kao što smo vidjeli, stari Rimljani i Grci izgradili su vrlo zanimljive građevine na temelju tradicije obrtništva koja je bila prenošena s jedne generacije na drugu bez mnogo teorije. Upotrebljavali su ono što danas zovemo „praktično znanje". Iz onog što nazivamo znanošću i filozofijom nisu uopće mogli izvesti nikakvo tehničko „praktično znanje". Praktična primjena znanosti je u potpunosti proisticala iz tradicije obrtništva. Nije bilo zahtjeva za tom primjenom od strane znanosti.

Otprilike od 1600. godine, međutim, znanost je postala pretencioznija; željela je izvesti praktičnu mehaniku iz teorijske mehanike. Tada se lanac prekinuo u sredini. Iz principa srednje općenitosti, fizikalnih zakona, mogle su se izvesti opažene činjenice. „Znanstvenike" više nije zanimalo da li se fizikalni zakoni mogu izvesti iz principa više općenitosti. Veliki primjer u historiji je neuspjeh teorije koncentričnih krugova da objasni položaje planeta na nebu, koji je doveo do uvođenja „ružne" teorije epicikala, a teorija epicikala nije se mogla izvesti iz razumljivih principa. Prekidanje lanca dovelo je do znanosti u njenom modernom smislu kao jednog dijela antičkog lanca „znanost-filozofija". Čovjek je postao svjestan da su iskazi izvedeni iz razumljivih i lijepih principa mogli samo na vrlo neodređen način objasniti opažene činjenice. Jedinstvo znanosti i filozofije bilo je moguće samo tokom razdoblja razdvojenosti znanosti i tehnike. Moderna znanost se rodila kada je tehnika postala naučna. Sjedinjenje znanosti i tehike bilo je odgovorno za razdvajanje znanosti i filozofije.

Bilo bi vrlo pretjerano reći da su učenjaci antike i srednjeg vijeka vjerovali samo u dedukcije iz općih principa a nipošto u slaganje s iskustvom. Ako želimo biti pošteni, moramo priznati da su svi vjerovali u oboje. U kasnom srednjem vijeku, pojavio se filozofski pokret koji će predstavljati prije-

---

[9] *Ibid.*

laz od srednjovjekovne na modernu misao. Taj pokret je naglašavao presudnu ulogu iskustva u znanosti, a u određenom stupnju umanjivao ulogu logičkog argumenta. Zalagao se za prebacivanje naglaska u odnosu na dva kriterija istine Tome Akvinskog. Novi pokret je isticao važnost „naučnog kriterija". Kao prethodnika ovog pokreta možemo citirati Rogera Bacona, pisca iz trinaestog stoljeća.

> Postoje dva načina stjecanja znanja; naime argumentacijom i iskustvom... Argumentacija dovodi do zaključka i prisiljava nas da se s njim složimo. Ali argumentacija ne otklanja sumnju tako djelotvorno da se um zadovolji intuicijom istine sve dok se istina ne otkrije pomoću iskustva[10].

U modernoj znanosti, koja se smatra vrlo egzaktnom, nijedna teorija se ne slaže sa svim činjenicama. Mi prihvaćamo neke opće principe koji izgledaju uvjerljivi i pokušavamo izvoditi činjenice koliko je to moguće. Čini se vrlo zgodnim reći da odbacujemo neku teoriju na osnovu jednog neslaganja s činjenicama, ali nitko to neće učiniti prije nego što se pronađe nova teorija. Dobar primjer je to što znanstvenici osamnaestog stoljeća nisu napustili hipotezu o „flogistonu" kada je otkrivena činjenica koja je bila u suprotnosti sa zaključcima izvedenima iz nje. Kada se čisti metal, kao kositar, zagrijava na zraku, metal se pretvara u zemljanu tvar koju zovemo „klak", a sam proces se naziva „kalciniranjem". Ova pojava je bila objašnjavana hipotezom da čisti, sjajni metal zagrijan na zraku ispušta tvar nazvanu flogiston (grčka riječ koja označava toplinsku tvar). Gubeći tu tvar, sjajni metal je postao tamni klak. Budući da se kalciniranje sastoji u odvajanju flogistona od metala, čini se da je preostali klak morao biti lakši od metala, ali bilo je obratno. „Da je klak teži od metala znalo se tokom cijelog osamnaestog stoljeća, ali ova činjenica nije bila shvaćena kao pogubna za teoriju flogistona." Nakon što je ovo naveo kao činjenicu, James Bryant Conant je napisao:

> Evo jedne značajne stvari. Da li to dokazuje glupost eksperimentalnih filozofa onog vremena? Nipošto, to jedino pokazuje da se u složenim stvarima nauke čovjek bavi pokušajem da objasni raznolikost činjenica i njihovim sjedinjavanjem u pojmovnu shemu; jedna činjenica nije sama po sebi dovoljna da razori shemu. Pojmovna shema nikada se ne odbacuje

---

[10] Roger Bacon, *Opus Magnum*, uredio J. H. Bridges, London. Oxford University Press, 1897, vol. 2, str. 169—170.

samo zbog nekoliko tvrdoglavih činjenica s kojima se ne može pomiriti; pojmovna shema se ili modificira ili zamjenjuje boljom a nikada se ne napušta bez nečeg što bi je nadomjestilo[11].

Ako je otkrivena neka posebna činjenica koja je u kontradikciji s nekim zaključkom izvedenim iz teorije ili pojmovne sheme, jedina stvar koju možemo sa sigurnošću naučiti iz te kontradikcije je da „nešto nije u redu" s tom teorijom, ali ne znamo točno što nije u redu. Teorija sadrži veliki broj iskaza koji mogu biti isprepleteni na složen način. Novootkrivena činjenica ne kaže nam koji je od tih iskaza neistinit. U uobičajenom žargonu znanstvenika, rekli bismo „da je teorija opovrgnuta" činjenicama ako se moraju ispustiti iskazi koji su *„bitni" za teoriju. Zatim, pomoću kojeg kriterija razlikujemo* bitne od slučajnih dijelova teorije? Znamo iz poglavlja 1, odjeljka 3, da „bitni dio teorije" zapravo znači „bitan za određenu svrhu teorije". Prema tome, ne možemo reći da određena činjenica opovrgava određenu teoriju, već jedino da je ona nespojiva s određenom svrhom te teorije. Imamo slobodu da modificiramo iskaze koji nisu bitni za tu svrhu i tako ostvarimo podudarnost s novom činjenicom.

O primjerima te situacije raspravljat ćemo kasnije, ali je lako možemo razumjeti uspoređujući teoriju sa shemom aviona. Ako avion počne gubiti visinu, možemo jedino zaključiti da mora da „nešto nije u redu". To može biti u bilo kojem dijelu sheme, ili u kvaliteti goriva, ili u nečem drugom. Ne možemo zaključiti da „shema nije u redu"; možda bismo samo uz neznatnu izmjenu imali shemu aviona s odličnim osobinama za letenje. Možemo se zapitati da li bi time bilo dokazano da originalna shema nije u redu. To bi ovisilo o tome da li su nužne modifikacije bile „bitne" ili nisu. Naučili smo, međutim, da se „bitno" uvijek odnosi na određenu svrhu. Neuspjeh jednog aviona da izvede neko očekivano kretanje ne bi „dokazalo" da shemu treba odbaciti.

Mnogo toga je bilo rečeno o „krucijalnom eksperimentu" koji može odlučiti da li određenu teoriju treba odbaciti ili ne. Jedan jedini eksperiment može samo opovrgnuti „teoriju" ako pod „teorijom" mislimo sistem posebnih iskaza bez dopuštanja modifikacije. Ali ono što se zapravo u znanosti zove „teorijom" nije nikada takav sistem. Ako govorimo o „teoriji etera" ili „*korpuskularnoj teoriji" svjetlosti, ili o „teoriji evolucije" u* biologiji, svaki od ovih naziva pokriva veliku raznolikost mo-

[11] James Bryant Conant, „Scientific Discoveries May Be Disregarded", *Science and Common Sense*, New Haven, Yale University Press, 1951, odj. 7.

gućih sistema. Prema tome, nikakav krucijalni eksperiment ne može opovrgnuti nijednu takvu teoriju. Slavni primjer je bio „krucijalni eksperiment" koji je Arago predložio 1850. da bi provjerio korpuskularnu teoriju svjetlosti. Ta teorija je bila opovrgnuta 1855, ali je 1905. Einstein[12] ponovno upotrijebio tu teoriju u znatno modificiranom obliku poznatom kao hipoteza o „kvantima svjetlosti" ili „fotonima".

U svojoj knjizi *La théorie physique, son objet et sa structure* Pierre Duhem je otvoreno rekao: „U fizici je krucijalni eksperiment nemoguć."[13] Zapravo, Duhem je uzeo za primjer Aragoov eksperiment koji je bio zamišljen da donese neoborivu odluku između korpuskularne i valne teorije svjetlosti. Duhem je istakao da nije moguće dokazati da nema treće mogućnosti osim ove dvije. Upravo te iste godine, 1905, kada je Duhem napisao tu primjedbu, Einstein je zaista otkrio (ili možda „izumio") tu treću mogućnost, teoriju kvanta svjetlosti[14].

Nova teorija, s druge strane, nikada ne bi bila prihvaćena da nije imala određeni stupanj jednostavnosti i ljepote. Ovi kriteriji su jasno povezani s filozofskim krajem našeg lanca. Činjenica da ta dva kriterija nisu uvijek u najboljem skladu dovela je do pretpostavke da su znanost i filozofija dva potpuno različita područja znanja. Neki ljudi vjeruju da one nikada neće jedna drugu osporiti, da one mogu biti dva autonomna područja raspravljanja. Ovo stanje razdvojenosti je bilo prevladavajući odnos između znanosti i filozofije u sveučilišnoj nastavi tokom devetnaestog stoljeća i prve polovine dvadesetog. Danas je to još uvijek tipično stanovište u našim institucijama višeg obrazovanja. S druge strane, kasnije ćemo vidjeti da je bilo energičnih pokušaja za obnavljanjem jedinstva pomoću općenitijeg pojma znanosti.

5. *Kako „znanost" može postati „filozofija"*

Doznali smo da se os znanost-filozofija prelomila, jer uvjerljivi i razumljivi principi — koji su na neki način opisivali konačnu strukturu univerzuma — nisu dali praktične rezultate na području opažljivih činjenica i tehničkih primjena. Kada je bila izgrađena mehanicistička znanost Galilea i Newtona, nije se razmišljalo da li su ti zakoni „razumljivi". Kasnije, kada se pokazalo da ti zakoni vrlo dobro služe svojoj teh-

---

[12] Albert Einstein, *Annalen des Physik*, 17, 1905.
[13] Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton, Princeton University Press, 1954, dio II, pogl. V, odj. 3.
[14] Einstein, op. cit.

ničkoj namjeni, sve više su se počeli smatrati „razumljivim" ili „filozofskim" principima. Možemo vidjeti kako ta mehanicistička znanost prolazi tri stupnja. Na prvom stupnju zakoni su bili prihvaćani zbog njihovog podudaranja s opažljivim činjenicama, ali su bili smatrani čisto deskriptivnima, jer nisu mogli biti izvedeni iz razumljivih principa koji su u to vrijeme bili organicistički principi. Na drugom stupnju mehanicistički zakoni su stekli reputaciju da su oni sami očigledni i razumljivi. U dvadesetom stoljeću, međutim, iznesene su nove fizikalne teorije za koje se smatra da pokrivaju opažljive činjenice bolje od mehanicističkih principa. Na tom trećem stupnju mehanicistički principi se još uvijek smatraju razumljivima, ali ne više i praktičnima. Danas ljudi kažu da su nove teorije — kvantna mehanika i teorija relativnosti — prihvaćene jer su praktične (drugim riječima, možemo konstruirati nove naprave poput atomske bombe koje nismo mogli napraviti ranije), ali da one nisu razumljive.

Tako bi iz historijskog proučavanja izgledalo ispravno reći da ne postoji bitna razlika između razumljivih principa i iskaza nauke iz kojih se mogu izvesti opažljive činjenice. Za sto godina će se Einsteinova formula $E = mc^2$ vjerojatno smatrati očiglednim iskazom. Ipak, upravo o toj distinkciji — između razumljivih i čisto praktičnih iskaza — ovisi razdvajanje znanosti i filozofije. Od stalnog kretanja u koncentričnim krugovima do ptolomejskog sistema epicikala, do kopernikanskog sistema, do potpunog napuštanja kružnog kretanja i shvaćanja o eliptičnim putanjama planeta, ljudi su morali prihvatiti te teorije koje se rađaju, jer su one donijele praktične rezultate, čak iako je to značilo slom njihovih razumljivih principa. Tu opću napomenu sada ćemo ilustrirati nekim primjerima.

Kada je Kopernik iznio svoju heliocentričnu teoriju, suprotstavili su mu se ne samo zagovornici tradicionalne teologije i filozofije već i autori koji su čvrsto vjerovali u empirizam u znanosti. Francis Bacon nazvao je Kopernika čovjekom „koji ne mari da u prirodu uvede fikciju bilo koje vrste samo da bi mu računi dobro ispali."[15] To znači, drugim riječima, da je Kopernik primijenio samo „naučni" kriterij istine, a zanemario filozofski kriterij (poglavlje 1, odjeljak 7). Bacon je nazvao kopernikanski sistem „fikcijom", dok je geocentrični sistem smatrao hipotezom ili teorijom. Sasvim mali broj znanstvenika i filozofa još i danas pravi razliku između „fikcije" i

---

[15] Francis Bacon, *Descriptio Globi Intellectualis* (napisano vjerojatno 1612). Vidi *The Philosophical Works of Francis Bacon*, uredili Ellis i Spedding, London 1857.

„teorije“[16]. Vrlo često se Einsteinova teorija relativnosti naziva „fikcijom“, dok se Newtonova mehanika smatra „teorijom“. U čemu je razlika? Ako slijedimo Baconov način govora, „fikcija“ je sistem iskaza iz kojih se matematičkim zaključivanjem mogu izvesti opažene činjenice, ali iskazi koji sačinjavaju „fikciju“ nisu sami po sebi *razumljivi ili uvjerljivi. Oni se* ne mogu razumjeti pomoću analogija s iskustvima svakidašnjeg života. Autori koji fizikalnim teorijama dvadesetog stoljeća pridaju etiketu „fikcije“ misle tom riječju potpuno isto što i Bacon. U poglavlju 4 doznat ćemo posebne razloge koji su naveli Bacona i njegove suvremenike da ustvrde kako kopernikanska teorija „nije uvjerljiva i nije razumljiva“.

Nikada nije porečena tehnička nadmoćnost kopernikanske teorije nad ptolomejskom; to je čak i crkva priznavala. Što su više astronomsko iskustvo i teorije napredovali, veće priznanje je pridavano toj nadmoćnosti. U newtonovskoj mehanici je Sunce postalo referencijalni sistem s obzirom na koji su zakoni kretanja bili točni; s obzirom na Zemlju to nije bio slučaj. Superiornost Sunca kao referencijalnog sistema ustanovljena je bez ikakve sumnje, ali kada je ta uloga Sunca priznata, smatralo se vrlo „uvjerljivim“ i „razumljivim“ da Sunce mora biti „nepomično“. Sada se smatralo „nevjerojatnim“ da bi veliko Sunce zajedno sa svim nepomičnim zvijezdama, temeljni referencijalni sistem, kružilo oko naše male nevažne Zemlje. Od „tehnički korisne“, kopernikanski sistem se razvio u teoriju koja je bila „razumljiva“ ili „filozofski istinita“.

Međutim, teorija koja je po sebi razumljiva, bila bi vječno valjana. Kada ona ne bi bila istinita zbog svojih opažljivih konzekvenci nego na osnovu „vlastite evidentnosti“, nikakvo novo iskustvo ne bi moglo izazvati bilo kakvu promjenu u našem vjerovanju u njezinu valjanost. Kada je u dvadesetom stoljeću Einstein iznio svoju opću teoriju relativnosti, pokazalo se da je svaki referencijalni sistem u mehanici jednako prihvatljiv i da superiornost Sunca postoji samo unutar vrlo ograničenog dijela univerzuma. Vjerovanje da je kopernikanska teorija bila razumljiva sama po sebi ponovno se pokazalo kao iluzija.

Na vrlo sličan način radikalne promjene je doživio stav prema Newtonovim zakonima kretanja. Njegova teorija planetarnog kretanja imala je dva temelja, zakon inercije i zakon gravitacije. Nijedna od tih hipoteza nije se Newtonovim suvre-

---

[16] Npr., u knjizi H. V. Gill, *Facts and Fiction in Modern Science,* 1944, pisanoj sa stanovišta tomističke filozofije.

menicima činila ni „razumljivom“ niti čak „uvjerljivom“. Ipak, *iz njih izvedeni matematički zaključci odlično su se slagali* sa svim poznatim opažanjima planetarnog kretanja, uključujući čak i međusobne perturbacije. Newtonova teorija je bila prihvaćena zbog svoje tehničke savršenosti kao naučne „istine“, ali prvobitno ona nije bila priznata za „filozofsku istinu“. Najveći znanstvenici njegovog vremena, ljudi kao Huyghens i Leibniz, nisu bili skloni da prihvate principe koji nisu bili „razumljivi“. Za Leibniza su zakon inercije i zakon gravitacije bili „fikcije“, kao što je kopernikanski sistem bio za Bacona. Newton je poput Kopernika bio smatran čovjekom koji bi prihvatio bilo kakvu fikciju samo da ona ispravnim matematičkim zaključivanjem dovodi do rezultata koji se slažu s iskustvom.

Sam Newton je objasnio svoja shvaćanja u pismu upućenom Leibnizu u časopisu:

> Razumjeti kretanja planeta pod utjecajem gravitacije bez znanja o uzroku gravitacije je jednako vrijedan napredak u filozofiji kao i razumjeti građu sata i ovisnosti kotača jednog o drugome bez znanja o uzroku gravitacije utega[17].

Newton je svoju teoriju gravitacije smatrao analognom opisu mehanizma koji održava planete u kretanju. On se složio da bi pridonijelo napretku u razumijevanju kada bi se njegovi zakoni gravitacije i inercije mogli izvesti iz nekog razumljivog principa, ali on se radije ograničio na ono što smo nazvali „čisto znanstvenim“ aspektom i napustio traganje za razumljivim principima. Počeo je od principa „neposredne općenitosti“. Njegov slavni iskaz *„hypotheses non fingo“* (Ne izmišljam hipoteze) drugim riječima znači: „Ograničavam se na fikcije i ne marim za razumljive principe.“ Njegov cilj je neosporno bila „naučna istina“ a ne „filozofska istina“.

Međutim, nakon velikih tehničkih uspjeha newtonovskih zakona, od početka devetnaestog stoljeća stalno je raslo uvjerenje da su sami newtonovski zakoni razumljivi. Povučene su analogije između zakona inercije i osobnog iskustva tromosti i, konačno, Newtonovi zakoni su bili smatrani „razumljivim principima“. Kada su postigli taj status, nisu više ovisili o daljnjem eksperimentalnom istraživanju. Bili su proglašeni očiglednim iskazima koji će važiti u bilo kojem budućem sistemu fizike.

---

[17] Isaac Newton u odgovoru Leibnizu, publiciranom u *Memoirs of Literature*, 1712, XVIII.

Na taj način Newtonova naučna teorija je postala „filozofski sistem". Od tada bi se svaki pokušaj modificiranja Newtonovih zakona smatrao poricanjem očiglednih principa. Mehanicistička fizika je postala mehanicističkom filozofijom. Svaka nova fizikalna teorija koja je proturiječila Newtonovoj fizici sada je bila „apsurdna". Konzekvence ovog stava vidjet ćemo u odbijanju da se prihvate takvi pojmovi dvadesetog stoljeća kao teorija relativnosti i kvantna teorija.

6. *Spekulativna znanost i metafizika*

Principi i opažanja znanosti nisu formulirani istim jezikom. Opisali smo (na površan način) jezik opažanja kao iskaze o nekim igrajućim mrljama, dok opći principi nauke upotrebljavaju izraze kao „sila", „potencijal", „energija" itd. Iz iskaza o apstraktnim pojmovima nikada ne možemo izvesti bilo što o opažljivim činjenicama. U mehanici možemo doznati kakve su varijable x, y i z funkcije od varijable t. Ali to nam ne govori ništa o opažljivom svijetu. Kako ćemo opaziti promjene kod x, y i z? Logika znanosti mora uključivati, osim principa i opažanja, vezu između apstraktnih pojmova nauke i opažajnih pojmova. Te veze se nazivaju „operacionalnim definicijama" ili katkada „semantičkim pravilima"[18]. Raspravljanje o tim pravilima također pripada logici znanosti. Ovdje nas ne zanima da li su ti principi razumljivi ili nisu. Jedini zahtjev je da se rezultati moraju slagati s iskustvom. To je njihovo puno opravdanje i sa stanovišta nauke ne postoji neko drugo opravdanje.

Zauzimanjem tog općeg naučnog stanovišta zanemarili smo veliki dio našeg lanca. Znanstvenik može reći da ga ostatak lanca uopće ne zanima i da o tome ne bismo trebali govoriti ni misliti. To je jedan način gledanja na te stvari, ali veoma mnogo ljudi ne slaže se da drugi dio lanca treba potpuno zanemariti. Budući da se razumljivi principi ne mogu neposredno provjeravati metodama znanosti, moramo se zapitati kako možemo utvrditi da li je neki princip razumljiv ili nije. Neki vjeruju da postoji druga vrsta mišljenja pored naučnog mišljenja koja se naziva filozofskim mišljenjem. Drugi opet kažu da čovjek o tome uopće ne može imati znanje; da nam je potrebna pomoć koja prekoračuje razum a čiji izvor je religija. Jasno je, međutim, da su ljudi željni da prošire znanje van okvira „znanosti" u modernom smislu na područje spomenutih

---

[18] „Semantičkim pravilima" se veze između simbola povezuju s iskazima koji imaju smisao u našem zdravorazumskom jeziku.

razumljivih principa. Nalazimo također one koji kombiniraju oba stanovišta, koji ne žele proširiti ljudski razum van okvira onoga što smo nazvali logikom nauke, ali koji vjeruju. otkad su ljudi zainteresirani za opće principe, da oni pripadaju religiji, koja nadilazi ljudski razum i obraća se nadnaravnom. Ta kombinacija tvrdokornog znanstvenika s vjerom u nadnaravno nije rijetka.

Za filozofiju se također misli da se bavi hipotezama spekulativnije prirode od onih koje se mogu naći u znanosti. Ne mislim da je to istina, jer sve hipoteze su spekulativne. Ne može se praviti nikakva razlika između naučnih i spekulativnih hipoteza. Netko će reći da su Newtonovi zakoni, zakoni elektriciteta itd., naučni ali hipotezu da svi ljudi žive i nakon smrti smatrat će spekulativnom. Mnogi su to pokušali provjeriti eksperimentom. Ako se uzme ozbiljno, to može biti naučna hipoteza. Naravno, ona se može formulirati na takav način da se u načelu ne može provjeriti. Možemo reći da ljudi nakon smrti postaju duhovi sa svojim vlastitim jezikom i zakonima i bez sredstava komunikacije s ljudskim bićima. To nije naučna hipoteza, jer nema načina da se ona provjeri. Kakva je to hipoteza? Ona se može nazvati metafizičkom hipotezom. Njen nenaučni karakter proizlazi iz činjenice da se ona u biti ne može provjeravati iskustvom, ne zbog njene fantastične prirode, jer naučna hipoteza također može biti fantastična. Može se reći da su sve stvari materijalne i da nema duha. Ako se taj iskaz formulira tako da se ne može provjeriti, onda je to metafizički iskaz. Ako on znači da se sve činjenice o svijetu mogu izvesti iz zakona materije, tj. elektrodinamike, dinamike itd., to je onda naučna hipoteza. To može biti fantastični iskaz, ali ne metafizički iskaz. Teza materijalizma također može imati drugačije značenje. Možemo reći da je sve na svijetu materija, ali da unatoč tomu ne možemo sve izvesti iz zakona mehanike itd. Takav iskaz se u načelu ne može provjeriti, i zbog toga ga moramo zvati metafizičkim iskazom.

Tako razlikujemo metafizičke i naučne iskaze. Što ti metafizički iskazi znače i zašto nam je stalo da ih iznosimo? Kazati da postoji samo materija, ili da postoji samo duh znači iznijeti direktni iskaz o prirodi univerzuma. Na temelju čega se prihvaća takav iskaz? Koja je njegova praktična svrha? Takvi iskazi imaju isto toliko praktične rezultate kao i oni naučni; oni imaju direktno djelovanje na ljudsko ponašanje.

7. *Vjerovanje u razumljive principe*

Jedinstvo znanosti i filozofije u starom klasičnom smislu možda je najbolje opisano poznatim Descartesovim drvetom[19]: korijenje tog drveta odgovaralo je metafizici (razumljivim principima), deblo fizici (iskustvima srednje općenitosti), a grane i plodovi onome što bismo nazvali primijenjenom znanošću. On je promatrao cijeli sistem znanosti i filozofije kao što mi danas promatramo samo nauku; osjećao je da su metafizički principi konačno opravdani svojim „plodovima“, ne naprosto svojom očiglednošću. Ono što danas nazivamo primijenjenom znanošću za njega se sastojalo ne samo iz mehanike (inženjerstva) već i iz medicine i etike; čak i danas govorimo o socijalnom inženjerstvu. Poteškoća je bila u tome što se iz općih principa kartezijanske ili aristotelovske znanosti-filozofije nisu mogli izvesti nikakvi rezultati koji su se točno slagali s opažanjem, ali izgledalo je da su ti principi razumljivi i uvjerljivi. Tako je drvo presječeno u sredini. Da bi se izveli tehnički rezultati, bilo je nužno početi od fizikalnih principa u deblu, od sredine drveta. Znanost u novom smislu morala je razmišljati samo o tome kako bi se plodovi razvili iz debla zanemarujući korijenje iz kojeg su proizašli.

Kasnije, u devetnaestom stoljeću, postojao je osjećaj da su Newtonovi zakoni mehanike ponovo uspostavili staro jedinstvo. Filozofija materijalizma razvila je ideju da zakoni mehanike igraju istu ulogu kao stari organski zakoni u aristotelovskoj filozofiji i da se iz njih sve može izvesti. Početkom dvadesetog stoljeća postalo je očigledno da ni zakoni mehanike nisu potpuno zadovoljavajući. Tada se pokušalo zadržati te zakone mehanike kao metafizičke zakone, a za činjenice nuklearne fizike itd. smatralo se da su izvedene iz principa srednje općenitosti. Ako pogledamo povijest znanosti, vidimo jednu vrlo čudnu pojavu. Nakon Newtona njegovi zakoni su poštivani zbog njihove praktične koristi. Oni su se pokazali toliko praktičnima da su nakon nekog vremena stekli određeni ugled pa su oni tada bili smatrani „razumljivim“ principima. Kasnije se uvidjelo da je njihova praktična korist bila precijenjena — da se fenomeni nuklearne fizike, pretvaranje mase u energiju na primjer, ne mogu iz njih izvesti. Tada je rečeno da se Newtonovi zakoni moraju sačuvati zbog njihovog „ugleda“, zbog toga što su razumljivi. Sada dolazimo do posljednjeg pitanja ovog poglavlja. Koji je zapravo kriterij na osnovu kojeg prosuđujemo da li su ti principi „razumljivi“ ili nisu?

---

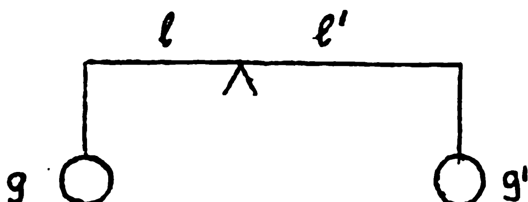
[19] René Descartes, *Principles of Philosophy*, originalno izdanje na latinskom 1644, francuski prijevod 1647.

Taj „ugled“ o kojem je prethodno bilo riječi pripisan je u jednom periodu aristotelovskim zakonima, a u drugom newtonovskim zakonima. Vjerovanje u tu osobinu se zadržalo kada je prestalo vjerovanje u njihovu znanstvenu valjanost. To možemo objasniti na mnogo načina. Površan način bi bio reći da je ljudski um trom i da se ljudi vrlo sporo prilagođuju napredovanju u nauci; upravo kada počinjemo razumijevati neke opće naučne zakone oni se pokazuju pogrešnima. Postoji nešto što govori u prilog tom objašnjenju, ali to vjerojatno nije cijela istina. Zacjelo je istina da su naučni zakoni koje upotrebljavamo različitih stupnjeva stabilnosti. Neke lako napuštamo — *kao praktična pravila koja upotrebljava inženjer u svom dnevnom* poslu — ali Newtonovi zakoni su imali dug vijek. Možemo reći da su takvi zakoni intrinzično uvjerljivi.

Zašto su neki zakoni uvjerljiviji od ostalih? Da bismo na to odgovorili, moramo razmotriti neke primjere, kao što su zakon dovoljnog razloga ili zakon o očuvanju supstancije. Zašto nam se oni čine uvjerljivima? Nitko ne bi rekao da je Ohmov zakon ili zakon elektromagnetske indukcije „uvjerljiv“ ili „razumljiv“, a kamoli „očigledan“. Ako tu činjenicu psihološki analiziramo, vidimo da uvjerljivost tih općih zakona leži u njihovoj očevidnoj analogiji s opažanjima koja su nam dobro poznata. Očuvanje za fizičara znači da funkcija određenih mehaničkih, toplinskih i električnih veličina ostaje konstantna. Zbroj tih veličina, koje su vrlo različite u različitim područjima, ostaje konstantan. Iz tog zakona fizičar može izračunati takve konzekvence kao što je brzina padajućeg utega ili cijena električne struje. Zatim on kaže da je „energija“ supstancija koja se ne može uništiti. U svijetu našeg neposrednog, svakidašnjeg iskustva vidimo mnogo stvari koje se očigledno ne mogu uništiti. Ne očekujemo, na primjer, da kuće u kojima živimo nestanu pred našim očima; a ako budu uništene, tješimo se mišlju da su one samo razgrađene na atome i molekule. Naravno, danas znamo da se atomi mogu razoriti, ali se još uvijek tješimo mišlju da to nije moguće s elektronima. Konačno, znamo da se sve može uništiti osim energije. Uspoređivanje nečeg vrlo složenog s nečim jednostavnim i poznatim ne predstavlja jako dubok način mišljenja — mi zamjenjujemo složeni iskaz o očuvanju energije koji upotrebljavaju fizičari opažanjem neposrednog iskustva da predmeti ne nestaju — ali ono pruža zadovoljstvo. Principi postaju nejasni kada izgube tu blisku analogiju sa svakidašnjim iskustvom, kao što je to danas slučaj s principima kvantne mehanike i relativnosti.

Možemo dati jednostavan primjer za to. Netko tko proučava mehaniku često počinje s jednostavnim spravama, među

kojima je poluga. Ako upita koji je uvjet za ravnotežu kod jednostavne poluge bez trenja, kaže mu se da je uvjet da $gl = g'l'$. (Vidi sliku 2.) Kako se to može izvesti? To nije samo po sebi „uvjerljivo“, jer da bi se to znalo treba učiti fiziku. Arhimed je upotrijebio argument da, ukoliko su težine i udaljenosti jednake, poluga se uopće neće pokrenuti, jer neće



Slika 2

znati kamo da se pokrene. Ako se ovaj princip prihvati, matematički se može izvesti opći princip. Arhimed je imao utisak da je sve izveo iz jednog razumljivog principa. Ernst Mach je rekao da je taj argument samo prividno valjan. On uključuje pretpostavku da kretanje ovisi samo o dužini krakova i veličini utega. Ono bi moglo ovisiti o boji krakova ili utega, materijalu od kojeg su načinjeni, atmosferskim prilikama, magnetskom polju zemlje itd. Drugim riječima, Arhimed je pretpostavio sve što je želio dokazati. On to nije izveo iz principa dovoljnog razloga. Da bi to učinio, morao bi znati sve razloge koji postoje u svijetu. Postoji mnogo drugih mogućih asimetrija u svijetu koje ne poznajemo. To je potpuno začaran krug. Poluga se ne može pokrenuti, jer nema razloga da se pokrene. Zašto nema razloga da se pokrene? Jer ovisi samo o dužini krakova i težini utega — ali tada već znamo ono što pokušavamo dokazati. Imamo nejasno iskustvo ili ideju simetrije. Ako to analiziramo, moramo odlučiti koji faktori su zaista od važnosti, ali kada smo to učinili onda smo sve učinili — više nam nije potreban princip dovoljnog razloga.

Razlog što vjerujemo u te razumljive principe je zacijelo vrlo površan. Mnogi ne žele sami sebi priznati da to čvrsto uvjerenje proizlazi iz neodređenih analogija sa svakidašnjim iskustvom. Ta nevoljkost je bila izražena riječima na slijedeći način: Ti principi imaju prirodu koju je vrlo teško opisati — znamo ih pomoću „intuicije“, pomoću neke vrste sposobnosti koja se razlikuje od sposobnosti korištene u običnoj nauci i koja daje pouzdane rezultate. Ti principi mogu biti vrlo uvjerljivi, ali oni nisu primjenljivi; oni dovode do kružnih zaklju-

čivanja, upravo kao što je princip simetrije uvjerljiv ali nije primjenljiv dok ne opišemo koja su svojstva važna. Analogija između općih iskaza i svakidašnjeg iskustva može biti samo površna. „Ugled“ tih razumljivih iskaza — različit od onog koji proizlazi iz njihovog slaganja s opažljivim činjenicama — proističe iz te neodređene analogije sa svakidašnjim iskustvom. Tako, ako odsječemo korijenje Descartesovog drveta, preostaje čežnja za tim neodređenim analogijama, da nam vrate osjećaj da možemo razumjeti opće naučne principe drugačije i bolje nego pomoću njihovih opažljivih rezultata.

8. *Znanost u užem smislu*

Ako želimo upotrebljavati jezik u kojem su nas roditelji i učitelji odgojili, možemo uvidjeti dvostruki cilj nauke: da pribavi tehničko znanje i da unaprijedi „razumijevanje“ univerzuma. Ovaj dvostruki cilj postao je osobito očigledan kada je došlo do razdvajanja između znanosti i filozofije. Tada se činilo nemogućim da jedan te isti sistem misli ostvari oba cilja. Mnogi su smatrali i još uvijek smatraju da znanost može pružiti samo tehničko znanje, da ona ima samo izvjesnu tehničku vrijednost. Za „pravo razumijevanje“ potrebna nam je filozofija, koja postavlja principe koji su razumljivi i uvjerljivi, ali ne daje precizno praktično znanje. To je način na koji su se znanost i filozofija odijelile. Međutim, nema sumnje da filozofija također služi praktičnom cilju. Dok znanost daje metode konstruiranja fizikalnih i kemijskih instrumenata, filozofija pruža metode za usmjeravanje ljudskog ponašanja. Tako filozofska strana dopire do svog praktičnog cilja čak na direktniji način nego znanost u užem smislu.

Ono što podrazumijevam pod izrazom „znanost u užem smislu“ je znanost u njenom stadiju odvojenosti od filozofije kao što se uči u našoj redovnoj nastavi znanosti. Sa tog „znanstvenog aspekta“ znanost bi trebala sadržavati što je moguće manje filozofije. Nastavnik polazi od opaženih činjenica i postavlja principe iz kojih se te činjenice mogu izvesti. „Znanost u užem smislu“ ne zanima da li su ti principi „razumljivi“. Nastavnika, međutim, zanima to što se iz malog broja takvih principa „srednje općenitosti“ može izvesti veliki broj opažljivih činjenica. To se naziva principom ekonomičnosti u znanosti. Postavljanje malog broja principa iz kojih se može izvesti što je moguće više činjenica je neka vrsta minimalnog zadatka. San nauke je da sve činjenice izvede iz jednog principa. To se vjerojatno ne može postići. Ako se to ne može

postići u okviru znanosti, može se zamisliti da bi se principi znanosti mogli izvesti iz jednog osnovnog principa u filozofiji, gdje se ne zahtijeva točno slaganje s opažljivim činjenicama. Izvođenje svega iz vode, iz vatre, iz duha, kao što su pokušali učiniti stari Grci, predstavlja ekstremni slučaj ekonomičnosti.

Vrlo je važno uvijek imati na umu da znanost nije skup činjenica. Nijedna znanost nije izgrađena na taj način. Skup iskaza koji govore kojih dana je pao snijeg u Los Angelesu nije znanost. Znanost imamo samo onda kada možemo postaviti principe iz kojih možemo izvesti kojih će dana snijeg padati u Los Angelesu. Povrh toga, ako su principi koje postavimo složeni kao samo iskustvo, to neće biti nikakva ekonomičnost i nikakva „znanost u užem smislu". Veliko mnoštvo principa ili jedan vrlo složeni princip svodi se na istu stvar. Ako su principi tako složeni kao same činjenice, oni ne sačinjavaju znanost. Puko opažanje položaja planeta na nebu nije znanost. Antički učenjaci su pokušavali smisliti krivulje koje bi opisivale to kretanje. Jednom se mislilo da su to kružnice; kasnije se mislilo da su elipse, ali to je točno samo ako se zanemare perturbacije. Uzimajući u obzir perturbacije, jednadžbe tih krivulja su vrlo složene — ima toliko mnogo simbola da bi mogli ispuniti svezak od stotinu stranica. To je upravo toliko složeno kao registriranje svih položaja planeta. Ne donosi nam nikakvu prednost, niti u tome ima neke znanosti.

Ako postoji mali broj principa i ako nema jednostavnosti, nema ni znanosti. Ako neki čovjek kaže da ne želi spekulaciju, da samo želi da mu se daju sve činjenice — on traži samo ono što prethodi znanosti a ne znanost samu. Znanstvenike se često optužuje za prekomjerno pojednostavljenje. To je točno: nema znanosti bez prekomjernog pojednostavljenja. Rad znanstvenika sastoji se u pronalaženju jednostavnih formula. Neki kažu da nam znanstvenik ne pomaže da bilo što razumijemo, jer sve prekomjerno pojednostavljuje. Tko zna drugačiji način za „razumijevanje" složenih stvari nego da ih se prekomjerno pojednostavljuje?

Nakon što je postavio neku jednostavnu formulu, znanstvenik mora iz nje izvesti opažljive činjenice. Zatim mora ispitati te konzekvence, da bi vidio da li se one zaista slažu s opažanjem. Prema tome, rad znanstvenika sastoji se od tri dijela:

1. Postavljanje principa.
2. Izvlačenje logičkih konkluzija iz tih principa da bi se iz njih mogle izvesti opažljive činjenice.
3. Eksperimentalno provjeravanje tih opažljivih činjenica.

Ta tri dijela koriste se trima različitim sposobnositma ljudskog uma. Eksperimentalno provjeravanje koristi se sposobnošću opažanja, da se registriraju osjetilni utisci; drugi dio zahtijeva logičko mišljenje, ali kako dolazimo do principa u prvom dijelu? To je jedna krajnje sporna stvar. Mnogi autori kažu „pomoću indukcije iz opaženih činjenica“ — obratno od dedukcije. Ako znanstvenik opazi da se isti slijed često javlja, zaključit će da će se to uvijek tako događati. To nas podsjeća na priču o čovjeku koji je kupio konja i želio ga navići da živi bez jela. Trideset dana uspio je spriječiti konja da jede, i tako zaključio da je konj tada bio izvježban da živi bez jela; ali trideset prvog dana konj je uginuo. „Indukcija“ nije tako jednostavna. Pomoću nje teško možemo postaviti neku metodu za pronalaženje općih principa poput gravitacije. Svi znamo priču o tome kako je navodno Sir Isaac Newton nabasao na teoriju opće gravitacije kada mu je na glavu pala jabuka. Bez obzira da li je ta priča istinita ili nije, bitno je to da ne možemo postaviti sistem indukcije na takvoj osnovi.

Za analizu znanosti, međutim, nije toliko relevantan način na koji dolazimo do općih principa. Opći principi mogu nekome doći u snu. Način na koji dolazimo do njih igrao bi ulogu ako bismo pravili sociološku ili psihološku analizu znanosti. U „logici znanosti“ ono što je važno u vezi s općim principima nije način na koji do njih dolazimo indukcijom, već način na koji iz njih dedukcijom izvodimo ostatak korpusa nauke. Sposobnost koja nam je potrebna da bismo došli do općih principa znanosti možemo nazvati imaginacijom[20]. Neposredno se susrećemo s teškoćama indukcije u najjednostavnijem slučaju. Uzmimo da grafički prikazujemo rezultate niza mjerenja nizom točaka na koordinatnom papiru i da te rezultate želimo prikazati nekom funkcijom. Smatramo da bi luk trebao biti što je



Slika 3

[20] Ako ispitamo kako se točno mogu pronaći novi opći principi nauke, postaje jasno da princip poput zakona inercije ili principa relativnosti ne može biti otkriven nikakvom formalnom metodom (deduktivnom ili induktivnom), nego samo upotrebom izumiteljske sposobnosti koja se naziva i „imaginacijom“ ili ponekad „intuicijom“. To je jako naglasio Einstein u svom Herbert Spencer predavanju (vidi bilješku 23).

moguće više gladak. Ako nemamo nikakvu predodžbu kakva bi trebala biti ta krivulja, nećemo je ni naći. Točke ni u jednom slučaju ne određuju krivulju; moramo zamisliti kriterij „glatkosti". (Vidi sliku 3.) O problemu indukcije iscrpnije će se raspravljati u poglavlju 13.

9. *Znanost, zdravi razum i filozofija*

Sada ćemo opisati odnos između znanosti i filozofije nakon što je došlo do raskida na način koji djeluje pomalo paradoksalno i koji zacijelo predstavlja pojednostavljenje. Ono će, međutim, usmjeriti našu pažnju na glavna obilježja obaju područja ljudskog pregnuća. Principi nauke mogu se formulirati na takav način da budu vrlo daleko od zdravog razuma, ali se njihovo provjeravanje eksperimentom uvijek provodi na razini zdravorazumskog iskustva. Dolazi do paradoksalne situacije da je, na neki način, filozofija bliža zdravom razumu nego nauka. Filozofija je uvijek zahtijevala blisko podudaranje između samih općih principa i zdravorazumskog iskustva. Što je više znanost napredovala u teoretsko područje, to su se njeni opći principi sve više udaljavali od zdravog razuma.

Rezultati opažanja i eksperimenta koji sačinjavaju činjeničnu osnovu znanosti mogu se opisati jezikom svakidašnjeg života ili, drugim riječima, zdravorazumskim iskazima. U aristotelovskoj i srednjovjekovnoj fizici, pravila se razlika između „teških" tijela, poput kamenja, koja padaju na zemlju, i „lakih" tijela, poput dima, koja se uspinju prema nebu. To je jezik običnog čovjeka. Prije uspona moderne fizike, oko 1600, taj zdravorazumski jezik se upotrebljavao ne samo u opisu opažanja već i u formulaciji općih principa znanosti: „Ako je tijelo teško, ono pada". Herbert Dingle je napisao: „Besmrtna slava Galileovog doprinosa mišljenju leži u tome što je on, iako samo polusvjesno, odbacio svakidašnji zdravorazumski svijet kao filozofsku nužnost."[21] U njegovom teorijskom sistemu sva tijela padaju na zemlju jednakim ubrzanjem. On je utro put Newtonovom sistemu u kojem se planeti kreću prema istim zakonima kao kamen koji pada, premda izgleda da naše zdravorazumsko iskustvo ukazuje na temeljnu različitost između ova dva tipa kretanja. Činjenica je da se napredak u znanosti u velikoj mjeri sastojao u zamjenjivanju zdravorazumskog svijeta svijetom apstraktnih simbola.

---

[21] Herbert Dingle, „The Nature of Scientific Philosophy", *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 1949, 62, dio IV, str. 409.

Ako želimo formulirati opće principe iz kojih se može izvesti široki raspon opažljivih činjenica, moramo odbaciti jezik zdravog razuma i upotrebljavati apstraktniju terminologiju. Herbert Dingle je primijetio da na zdravorazumskoj razini postoji jasna razlika između fizike i kemije. Međutim, ako govorimo na razini moderne atomske i nuklearne fizike, takve razlike više nema. Dingle je napisao: „Istina je da za kemiju doista nema mjesta u strogoj naučnoj shemi... Uloga koju je kemija igrala u rastu znanosti bila je progmatična i heuristička."[22] Ukratko govoreći, kemija je danas zdravorazumski a ne naučni termin.

Ove primjedbe su od velike važnosti za razumijevanje suvremene znanosti. Mnogi termini koji su se ranije upotrebljavali u naučnom jeziku ne mogu se više upotrebljavati, jer opći principi suvremene znanosti sada upotrebljavaju termine koji su mnogo udaljeniji od zdravorazumskog jezika. Izrazi kao „materija", „duh", „uzrok i posljedica" i slični danas su samo zdravorazumski termini i nemaju mjesto u strogom naučnom govoru. Da bismo postali svjesni te evolucije, moramo usporediti fiziku dvadesetog stoljeća s njenim prethodnicama u osamnaestom i devetnaestom stoljeću. Newtonovska mehanika je upotrebljavala termine kao „masa", „sila", „položaj", „brzina" u smislu koji je izgledao blizak njihovim zdravorazumskim upotrebama. U Einsteinovoj teoriji gravitacije, „koordinate nekog događaja" ili „tenzorski potencijali" su termini koji su povezani s izrazima u našem zdravorazumskom jeziku dugim lancem objašnjenja. To još više važi za termine kvantne teorije kao „valna funkcija", „matrica položaja" itd. Einstein je, u predavanju održanom u Oxfordu 1933, govorio o „provaliji koja se neprestano širi između temeljnih pojmova i zakona s jedne strane, i konzekvenci koje treba korelirati s našim iskustvom s druge strane, provaliji koja se progresivno širi s rastućom unifikacijom logičke strukture, to jest, s reduciranjem logički neovisnih elemenata potrebnih za osnovu čitavog sistema"[23].

Naša opažanja i eksperimenti su, međutim, redovito bili opisivani zdravorazumskim jezikom usprkos svim promjenama u principima. Stoga se znanost sve više i više navikavala da upotrebljava različite jezike u istoj slici univerzuma i usklađivanje tih različitih jezika u jedan koherentan sistem postao je važan zadatak znanstvenika. Herbert Dingle je s pravom rekao:

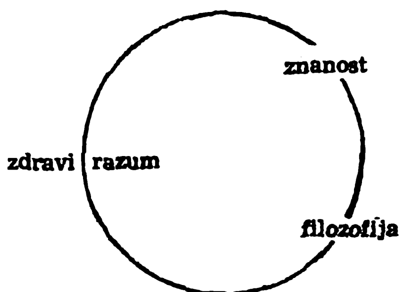
---

[22] *Ibid.*

[23] Albert Einstein, *On the Methods of Theoretical Physics*, Herbert Spencer predavanje, održano u Oxfordu 1933, preštampano u *The World as I See It*, Toronto, George McLeod, Ltd., 1934.

„Ako naglašavam potrebu oslobađanja naučne filozofije od prodiranja zdravorazumskih pojmova, to nije zato da potcjenjujem zdravi razum već zato što u toj konfuziji danas leži velika opasnost.“[24]

Zbog te konfuzije ako filozof i znanstvenik raspravljaju o općim principima često se događa da filozof prigovori da su znanstvenikovi principi nerazumljivi. Tu leži glavna razlika između dva kraja našeg lanca. Na znanstvenom kraju slaganje sa zdravim razumom je postignuto na razini izravnih opažanja, dok je na filozofskom kraju slaganje sa zdravim razumom pronađeno na razini samih apstraktnih principa. Francuski filozof Edouard le Roy[25] je to opisao na vrlo ilustrativan način. Znanost polazi od zdravor razuma i iz uopćavanja indukcijom ili imaginacijom izvodi se znanost; ali izvedeni principi sami mogu biti vrlo udaljeni od zdravog razuma. Povezivanje tih principa *direktno sa zdravim razumom — to je zadatak* koji obavljaju filozofi. Možemo nacrtati slijedeći dijagram:



Slika 4

Dijagram pokazuje da postoje dva puta kojima se može ići od znanosti do zdravog razuma. Naučni put (preko matematičkog izvođenja i eksperimentalnog verificiranja) često je vrlo dug. Zbog toga čovjek traži način na koji ti principi postaju izravno uvjerljivi; to znači način kako oni mogu biti povezani sa zdravim razumom „kratkim spojem“. Po filozofskim interpretacijama naučni principi su izravno povezani sa zdravim razumom[26]. Ne bih rekao da je ovaj dijagram vrlo točan, ali nam

---

[24] Herbert Dingle, op. cit., str. 403.

[25] Edouard Le Roy, „Science et philosophie“, *Revue de métaphysique et du monde*, 1899, I, 375 i dalje.

[26] Philipp Frank, „Metaphysical Interpretations of Science“, odjeljak 4, „Science and Common Sense“, *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. I.

on pruža predodžbu o strukturi ljudskog uma. Filozofija unosi u znanost nešto za što znanstvenik „kao znanstvenik“ nema interesa. Zapravo, znanstvenik je također čovjek i ima svoje slabosti, ako se slabošću može nazvati taj zahtjev da opći principi nauke budu sami po sebi uvjerljivi. Nastavnik fizike uvijek ustanovljuje da su studenti zahvalni za svaki nagovještaj koji zakone čini uvjerljivima. Tako možemo reći da je svatko za to zainteresiran. Znanstvenik „kao takav“ se time mnogo ne bavi, ali to nam pokazuje način kako ljudi uopće racionaliziraju znanost, kako oni zamišljaju znanost.

J. J. C. Smart

FILOZOFIJA I ZNANSTVENA PLAUZIBILNOST

I

U *Tractatusu* 4.1122, Wittgenstein je rekao: „Darwinova teorija ne tiče se više filozofije nego bilo koja druga hipoteza u prirodnoj znanosti.“[1] Jasno je da je Wittgenstein držao da rezultati znanstvenog istraživanja nemaju nikakve veze s našim filozofskim istraživanjima. Prema njegovu gledištu, znanosti ne mogu biti više nego *predmet* filozofske aktivnosti koja se sastoji u razgraničenju smisla od besmisla. To Wittgensteinovo gledište je postalo ortodoksnim u velikom dijelu suvremene filozofije, a ja želim da mu se usprotivim u ovom spisu. To se čini prikladnom temom za prilog *Festschriftu* profesora Feigla, jer je on osobito u svojim člancima o relacijama između duha i tijela pokazao spremnost da razmotri relevantnost suvremene znanosti za njegove probleme. Povrh toga, smatrao sam da je njegova koncepcija „nomološkog privjeska“ vrlo interesantna u ovom kontekstu i u odeljku II namjeravam malo opširnije pisati o toj temi. U odjeljku III koristit ću se filozofskim problemom slobodne volje kao primjerom da pokažem da je znanost relevantna za filozofiju. Doista, suprotno Wittgensteinovoj primjedbi koju sam citirao, pokušat ću pokazati da je darvinistička teorija, ili pravilnije moderna teorija evolucije koja sjedinjuje teoriju prirodne selekcije s idejama suvremene genetike, posebno relevantna. U odjeljku IV pokušat ću braniti svoje stajalište polemizirajući protiv preuskog shvaćanja filozofske metode, kao što je, na primjer, oslanjanje na analogiju s matematikom[2].

---

[1] [24, str. 49]. Pošto sam napisao prvu skicu ovog članka, vidio sam da Ernest Gellner počinje prikaz T. A. Goudgeovog *Ascent of Life (Inquiry* 5, str. 85—90, 1962) istim citatom iz Wittgensteina, i kao i ja odbacuje ovdje Wittgensteinovo stajalište.

[2] Htio bih zahvaliti profesoru D. A. T. Gaskingu, sa sveučilišta u Melbourneu, koji je pročitao raniju skicu ovog spisa i dao korisne primjedbe bez kojih bi on bio mnogo lošiji nego što jest.

Potrebno je ponajprije razjasniti mogući nesporazum. Pozivajući se na moderne znanstvene ideje ne želim implicirati da je korpus našega naučnog znanja nešto nepovredivo i imuno od drastičnih modifikacija, ili da neke takve drastične modifikacije ne mogu biti inspirirane filozofskom spekulacijom. Promet između znanosti i filozofije može ići u oba pravca. U nekima od skorašnjih članaka P. K. Feyerabend [10, 11, 12] je jasno govorio protiv samonastavljajuće prirode znanstvene ortodoksije, a posebno je uvjerljivo dokazivao legitimnost pokušaja kao što su oni D. Bohma i J. P. Vigiera da izrade teorije mikrofizike alternativne onima koje su općenito prihvaćene. On je pokazao da dogmatsko prihvaćanje sadašnje teorije može doista onemogućiti otkrivanje činjenica koje bi je pobile, jer te činjenice mogu na zadovoljavajući način biti shvaćene jedino u svjetlu nove i danas spekulativne teorije. Prema tome, važno je izrađivati *potanko* nove teorije koje su kadre objasniti sve činjenice što su objašnjive ortodoksnom teorijom i koje nas mogu dovesti do novih neustanovljenih činjenica. Dok je teorija još u metafizičkom stadiju, to jest dok nema empirijsku prednost pred ortodoksnom teorijom, ne zna se naravno da li će ona ikad biti više nego puko spekulativni sistem. Možda nikad neće biti, ali se ne smijemo plašiti da isprobamo nove ideje.

Dok, međutim, moramo ostati svjesni mogućnosti radikalnih promjena u našem znanstvenom stajalištu, ne smijemo ni preuveličavati tu mogućnost.. Zamislimo hodnik kojim se može prići određenom broju soba, u svakoj od njih je jedan znanstvenik zauzet fundamentalnim istraživanjem. U sobi broj jedan je nuklearni fizičar, u sobi broj dva atomski fizičar, u sobi broj tri klasični fizičar. U sobi broj četiri je fizički kemičar a u sobi broj pet neorganski ili organski kemičar. U sobi broj šest je biokemičar, u sobi broj sedam citolog, a u sobi broj osam je fiziolog. Vjerojatno je da će revolucionarne promjene napravljene u sobi n, obično, imati vrlo mali praktični učinak na sobu $n + 1$, a vjerojatno neće imati uopće nikakvoga praktičnog učinka na sobe $n + 2$, $n + 3$, itd.[3] (Kažem *praktični* učinak jer ne želim poricati da promjene u prethodnim sobama mogu imati određeni učinak na to kako znanstvenici u sobama iza gledaju na svijet.) Ta relativna međusobna neovisnost raznih soba postoji zato što je obično samo *približna* točnost rezultata dobivenih u sobi n ono što treba čovjek u sobi $n + 1$, a aproksimacija rezultata dobivenih u sobi

[3] Mislim da mi je ovaj živopisni primjer soba duž hodnika sugerirao u razgovoru profesor C. A. Hurst s odsjeka matematičke fizike na sveučilištu u Adelaideu.

vjek u sobi *n* + *1*, a aproksimacija rezultata dobivenih u sobi *n* će gotovo sigurno biti dovoljna za čovjeka u sobi *n* + *2*. Onda će revolucionarna teorija očigledno morati predvidjeti, u granicama eksperimentalne pogreške, rezultate koji čine svjedočanstvo za teoriju koju ona treba nadomjestiti. Uzmimo, na primjer, opću teoriju relativnosti u njezinu odnosu prema newtonovskoj teoriji gravitacije. Samo u izuzetnim slučajevima će dvije teorije predviđati različite rezultate, preko i iznad granica eksperimentalne pogreške. Većina rezultata koje čovjek u sobi *n* + *1* želi od čovjeka u sobi *n* može se dobiti iz prilično zastarjele teorije na *n*-toj razini, a u slučaju sobe *n* + *2* vjerojatno je da je to slučaj sa svim rezultatima. To je još više tako sa sobama *n* + *3*, *n* + *4*, itd. Na primjer, krajnje je nevjerojatno da će revolucionarna otkrića u nuklearnoj fizici dovesti do neke supstancijalne modifikacije naših vjerovanja o fiziologiji disanja.

U svakom slučaju, nadam se da ću učiniti plauzibilnim da puka mogućnost radikalnih promjena u našim znanstvenim vjerovanjima ne pruža nikakav razlog za ignoriranje tih vjerovanja, takvih kakva jesu, u bavljenju filozofskim problemima.

II

Kao što sam spomenuo, profesor Feigl je uveo posebno značajan pojam „nomološkog privjeska". Kako ga on definira, nomološki privjesak je zakon koji treba „povezivati intersubjektivno potvrdljive događaje s događajima koji *ex hypothesi* u principu nisu intersubjektivno i neovisno potvrdljivi"[4]. Možda ima teškoća u toj definiciji, ali je u njoj implicirano da bi nomološki privjesci morali biti krajnji zakoni, koji nisu dalje objašnjivi, a koji ipak imaju minimalnu objašnjavalačku funkciju. U najboljem slučaju, nomološki privjesak bi jedino podveo mnogo *A*-ova koji su združeni s *B*-ovima pod generalizaciju „Svi *A* su *B*". Razlog za to je što bi nomološki privjesci bili zakoni koji bi trebalo da povezuju fizikalne, zapravo — neurofiziološke događaje, s navodno nefizikalnim događajima, svjesnim iskustvima. Ti bi zakoni, prema tome, bili krajnji, neobjašnjivi unutar neurofiziologije ili bilo koje druge fizikalne znanosti. (Postoji puka logička mogućnost da bi oni

---

[4] Vidi [6], posebno str. 428. U članku „Sensations and Brain Processes" [21] koristio sam se Feiglovim pojmom, ali sam nepažljivo upotrebljavao termin „nomološki privjesak" za psihički entitet za koji se pretpostavlja da strši iz psihofizičkog zakona umjesto za sam psihofizički zakon. U ovom sam se spisu vratio Feiglovoj upotrebi.

mogli biti izvodivi iz zakona neke vrlo općenite znanosti koja opkoračuje fizikalno i nefizikalno, ali to, u sadašnjem stanju našeg znanja, ne izgleda da je mogućnost koju možemo uzeti ozbiljno.) Pretpostavlja se da je to naprosto činjenica, neobjašnjiva neurofiziologijom ili bilo kojom drugom znanošću, da kada se javi neki složeni neurofiziološki događaj, javi se također i neki psihički događaj, kao imanje zelenog osjetilnog podatka.

Želim istaći da ti nomološki privjesci imaju još jedno svojstvo koje treba da nas navede da ih gledamo s vrlo velikom sumnjom. Oni treba da stave u odnos vrlo složene neurofiziološke procese s drugim stvarima, koje mogu ali ne moraju biti jednostavne, naime, sa svjesnim iskustvima, i oni stavljaju u odnos te dvije klase događaja s obzirom na *finu strukturu* neurofizioloških procesa. Jer, zna se da se, na temelju prilično suptilnih razlika između njih, dva neurofiziološka procesa koja su grubo usporediva po svojoj složenosti mogu odnositi na sasvim različita iskustva. Možda je gotovo 10^{10} neurona značajno uključeno u imanje zelenog osjetilnog podatka. (Ovo je moje neupućeno nagađanje, ali ako je broj 10^7 ili samo 10^5 to je još dovoljno veliki broj.) Povrh toga, da su ti neuroni spojeni na različit način, ne bi bilo tog iskustva. Na primjer, kako god da su neuroni u slušnom području mozga podraženi, neće biti vidnog iskustva. Jasno je, prema tome, da zakon koji stavlja u odnos nervni proces s imanjem zelenog osjetilnog podatka mora uzeti u obzir strukturu vidnog područja mozga koja ga razlikuje od slušnog područja. U stvari, on će morati ići mnogo dalje od toga: on će morati uzeti u obzir finu strukturu vidnog nervnog procesa koja osigurava da on pristaje iskustvu imanja zelenog osjetilnog podatka a ne, recimo, iskustvu imanja crvenog osjetilnog podatka. Želim sada sugerirati da budući da nomološki privjesak ima tu odliku da se odnosi na nešto vrlo složeno pomoću njegove fine strukture, onda je on loš kandidat za krajnji zakon prirode. U znanosti, kako se ona do sada razvijala, postojala je tendencija da se složenije objasni pomoću jednostavnijega.

U neke svrhe, naravno, ljudski mozak se može smatrati jednostavnim entitetom. Na primjer, mozak se može ispustiti iz aviona i možemo izračunati brzinu kojom će udariti u zemlju. Ne bi bilo više poteškoća u izračunavanju brzine mozga nego što bi bilo u slučaju kamena. Mogli bismo tretirati mozak kao homogeno tijelo na koje bi se mogli primijeniti zakoni gravitacije i otpora zraka. (Ionako se zakon gravitacije ponajviše odnosi na čestice ili točke mase i mora biti primijenjen na veća tijela pomoću integriranja. Zapravo je problem inte-

griranja bilo ono što je neko vrijeme zadržavalo Newtona.) U vezi s nomološkim privjescima koji treba da stave u odnos neurološke događaje *s psihičkima neprihvatljivo je to da bi* oni bili krajnji zakoni, a opet bi morali biti izloženi u terminologiji složene i nehomogene fine strukture.

Razni pisci, uključujući Herberta Feigla [6, 7, 9], U. T. Placea [14, 15, 16] i mene samoga [18, 19, 21, 22], nedavno su pokušali braniti gledište da iskustva upravo *jesu* moždani procesi. Argumenti se ponajviše sastoje u pokušajima da se pobiju filozofski argumenti za koje se obično misli da stavljaju ovo gledište potpuno izvan rasprave. Jer, ako takvi argumenti mogu biti pobijeni, teorija moždanih procesa nam omogućuje da izađemo nakraj bez sumnjivih nomoloških privjesaka. Čak i tako bilo bi još *logički* moguće da postoje privjesci i čisto psihička iskustva. Dualist jednostavno kaže da postoje dva entiteta koja se uvijek javljaju zajedno, a fizikalist tu kaže da postoji samo jedan entitet. Nijedno opažanje, ili eksperiment, ne bi moglo, mislim, pobiti dualista. U odsutnosti pozitivnog razloga za suprotno, to ne bi trebalo služiti kao potpora dualizmu. Isto tako, logički je moguće da je svijet nastao prije deset minuta upravo takav kakav je bio prije deset minuta i nijedan eksperiment ili opažanje ne bi mogao pobiti tu hipotezu (vidi [17], str. 159—160). (Samo najokorjeliji pozitivist može poricati da ima razlike u značenju između rečenica „Univerzum je nastao prije deset minuta" i „Univerzum je postojao mnogo tisuća milijuna godina".) Prije-deset-minuta hipoteza je previše *ad hoc*, jer ostavlja nebrojene činjenice (opisujući kakav je svijet bio prije deset minuta) kao sasvim neobjašnjive. Ukratko, to je nepotrebno neuredna i složena hipoteza. Slično tome, ako se gledište da iskustva upravo *jesu* moždani procesi može braniti protiv apriornih prigovora, treba mu dati prednost protiv dualizma kao jednostavnijoj, elegantnijoj i ekonomičnijoj hipotezi.

Vrijedi obratiti pažnju na to koliko su rašireni oblici dualizma prema kojem, upozoravam, moramo biti oprezni. Moji prigovori se ne odnose samo na punosnažni kartezijanski dualizam. Čak tako uzdržljivi dualizam kao Strawsonov u njegovoj nedavnoj knjizi [23] bit će pogođen. Jer, prema Strawsonovom prikazu, svjesna iskustva su ontološki lučiva od tijela pa makar su epistemološki *i ovisna o njima. To se jasno vidi iz* Strawsonove tvrdnje da je bestjelesno postojanje spojivo s njegovom točkom gledanja. U slučaju običnih, ne bestjelesnih, osoba imamo, prema tome, moždane događaje na jednoj strani i iskustva na drugoj strani. Ne manje od Descartesa, Strawson svakako treba nomološke privjeske.

III

U slučaju da se prethodna ilustracija relevantnosti znanstvene plauzibilnosti za filozofiju ne smatra uvjerljivom, pokušat ću precizirati svoju ideju pomoću nečega drugog. Direktno suprotno Wittgensteinovoj primjedbi koju sam citirao na početku ovog spisa, želim razmotriti relevantnost teorije evolucije za filozofski problem — problem slobodne volje.

Moderna evoluciona teorija je krajnje mehanicistička. U slučaju dvospolnih organizama raznolikost na kojoj prirodna selekcija počinje svoj rad postignuta je djelomično putem ponovljenog spajanja i *crossing overa* kromozoma. Oni, međutim, samo miješaju postojeće gene u nekoj vrsti, a radikalna inovacija je ovisna o mutacijama, ili promjenama u samim genima. Za gene se misli da su DNK molekule. To su vrlo stabilne samoreproducirajuće makromolekule. Usprkos toj velikoj stabilnosti, vrlo će se neredovito promijeniti struktura gena, možda zbog topline ili jonizirajućeg zračenja. Za naše sadašnje ciljeve nije važno spekulirati kako se te promjene događaju. Ono što je važno primijetiti jest da bi bilo čudo kad se one ne bi događale i da se događaju slučajno: možda se događa da alfa čestica udari u neki dio DNK molekule. Za gene se vjeruje da određuju proizvodnju enzima, ili organskih katalizatora, i, prema tome, razvoj organizma. Mutacija je, dakle, gotovo uvijek štetna: stanica u kojoj se javlja mutirani gen, ili organizam u kojem se ta stanica razvija, gotovo nikada neće uspjeti održati se na životu ili će biti manje sposobna uhvatiti se ukoštac sa svojom okolinom. (Ima više načina da se mehanizam pokvari nego da se poboljša.) Vrlo neredovito, međutim, mutacija će biti povoljna i kako generacije prolaze prirodna selekcija će povećati udio onih članova vrste koji nose mutirani gen.

U svjetlu tih ideja, kojih je ovdje dat samo grub i približan nacrt, pogledajmo libertarijansku teoriju slobodne volje. Libertarijanac vjeruje da postoji „sopstvo" ili „volja" koja je sposobna za „kontra-kauzalnu slobodu" [4] i koja se može sukobiti s uobičajenim procesima u centralnom nervnom sistemu. Kako je to moguće pomiriti s mehanicističkim koncepcijama moderne biologije? Sasvim je moguće vidjeti kako mutacije mogu uzrokovati da se pojave radikalno novi tipovi neuronskog sklopa: „dijagram vodova" mozga određen je biokemijskim procesima embriona, a oni su određeni kemijom gena. Lako je moguće da se promjena u mozgu, kao povećanje vidnih polja, dogodila na takav način. Ali kako bi se moglo

dogoditi, ne samo promjena u vodovima ili možda promjena u strukturi ili biokemiji samih pojedinačnih neurona, nego proizvođenje kontra-kauzalnog „sopstva" ili „volje"? Takvo nešto se ne bi moglo objasniti pomoću biokemije. Ipak, bilo gdje se moralo pojaviti „sopstvo" ili „volja"; bilo bi fantastično pripisati takvo nešto amebi, ili još fantastičnije pripisivati to složenim sistemima organskih molekula koji su vjerojatno prethodili pravim živim stanicama. U svakom slučaju, bilo koja vrsta „sopstva" ili „volje" bi očigledno moralo ovisiti o posebnim psihofizičkim zakonima koji bi bili nomološki privjesci. To bi također bio slučaj kad libertarijanac ne bi mislio o sopstvu ili volji kao odvojenom nefizikalnom entitetu, ali bi ipak mislio da sâm mozak funkcionira u skladu s nefizikalnim ili „vitalističkim" zakonima. Emergencija takvih zakona bila bi sasvim neobjašnjiva u okviru bilo kojeg mehanicističkog prikaza evolucije pomoću promjena u kemiji nukleinskih kiselina.

Pojam emergencije se obično podupirao analogijom za koju je razvoj znanosti pokazao da se zasniva na pogrešci. Govorilo se obično, na primjer, da koliko god mi poznavali svojstva natrija i koliko god poznavali svojstva klora, ne bismo mogli predvidjeti svojstva soli (natrijevog klorida). Da bismo otkrili kemijska svojstva soli, rečeno je, trebalo bi da napravimo eksperiment sa samom soli, i svojstva koja bismo pronašli bila bi, prema tome, emergentna, neizvodiva iz svojstava natrija i klora uzetih odvojeno. Ali time se nije mislilo naprosto da kemijska svojstva soli ne bi mogla biti izvedena iz fizikalnih svojstava elemenata zato što bi izračunavanje bilo preteško, nego da je u principu nemoguće da bi bilo takvog izračunavanja. Onda se obično sugeriralo da kao što se za kemijska svojstva smatra da su emergentna u odnosu na fizikalna, tako postoje svojstva života i duha koja su emergentna u odnosu na kemijska i fizikalna svojstva. Taj analogijski argument, međutim, sadržava neistinitu premisu. Zapravo je u jednostavnim slučajevima sasvim moguće izvesti kemijska svojstva (kemijske spojeve) iz čisto fizikalnih (spektroskopski utvrđenih) svojstava elemenata. To se postiže pomoću kvantne teorije kemijskog spoja. U slučajevima gdje se to ne može u praksi postići neuspjeh se može pripisati djelomično jednostavnom neznanju fizikalnih pretpostavki koje bi bile potrebne, a djelomično složenostima izračunavanja koja bi se morala izvesti. Moraju se napraviti pojednostavljujuće pretpostavke, a one mogu lako dovesti do velikih netočnosti u predviđanju. Takve poteškoće, same po sebi, ne pružaju potporu učenju o emergentnim zakonima.

Postoji, naravno, trivijalan smisao u kojem su nova svojstva emergentna kada idemo prema složenijim strukturama. Uzmimo neki broj točaka mase, kako ih je zamislio Bošković. Oblak takvih točaka mase bi mogao imati oblik, približno okrugao ili kockast, recimo. Četiri takve točke mase mogle bi određivati tetraedar. U ovom kontekstu moglo bi se reći da su svojstva oblika i određivanja tetraedra emergentna u smislu da ne mogu pripadati pojedinačnim točkama mase. Taj *trivijalni* smisao „emergencije" je očigledno sasvim kompatibilan s najpotpunije mehanicističkim teorijama. Dalje, uzmimo radio-aparat. Ako želite reći da svojstvo mogućnosti primanja *bežičnih signala jest emergentno svojstvo aparata, jer ga nemaju* njegove pojedinačne komponente, onda to možete. Ipak, ako to kažete, onda ne smijete nikako implicirati da iz poznavanja dijelova i načina kako su oni sastavljeni ne možemo izvesti ponašanje spoja kao cjeline[5].

Usprkos evolucionoj inspiraciji, metafizička ideja emergentne evolucije je po duhu strana modernoj genetičkoj teoriji prirodne selekcije. Otprilike sve što one imaju zajedničko jest riječ „evolucija". Nema misterija u činjenici da geni trpe mutacije, koliko god naše znanje o onom što se događa može biti nepotpuno u pojedinostima. Dakle, budući da je biokemija embrionskih stanica djelomično određena genima a djelomično topograskim odnosom između stanica, promjena u kemijskoj strukturi jednog ili više gena može dovesti do prćastog umjesto ravnog nosa ili do složenijeg neurofiziološkog sklopa. Ali kako bi takve kemijske promjene mogle dovesti do nefizikalnog sopstva ili volje, ili čak do vitalističkih zakona funkcioniranja?

U znanosti ponekad nailazimo na određeni tip neodgovornosti. Na primjer, uzmimo neke od onih pisaca koji misle da vide teškoće u specijalnoj relativnosti i paradoksu satova, i zbog toga pokušavaju izgraditi novu i nerelativističku kinematiku. U nekim slučajevima, iako ne uvijek, ti pisci izgleda da ne uočavaju obavezu da pokažu kako se njihove neortodoksne ideje mogu razviti na takav način da izađu nakraj s raznim sigurnim i važnim granama fizike, npr. elektromagnetizmom i proučavanjem čestica brzog kretanja u mikrofizici. Ako ne uoče tu obavezu i ne pokažu da je mogu ispuniti na *prihvatljiv* način, očigledno nema nade da se njihova neortodoksna kinematika uzima jako ozbiljno, osobito zato što većina fizičara, po mom mišljenju ispravno, ne vidi teškoće u ortodoksnim relativističkim idejama. Ukratko, u fizici nova

---

[5] Za kritiku pojma emergencije vidi [2] i [13, str. 325—337].

teorija ne samo da mora djelovati u ograničenom polju, nego se mora pokazati da djeluje u isto toliko polja kao ortodoksna teorija koju ona treba nadomjestiti. Ova obaveza da se razmotre šira grananja fizikalne teorije ima, po mom mišljenju, paralelu u filozofiji. Nije uopće zadovoljavajuće iznijeti libertarijansku teoriju slobodne volje kao rješenje ograničenom skupu zagonetki i paradoksa ako se ne može pokazati kako se ona može pomiriti s našim poznavanjem biokemije.

U ovom pogledu je libertarijanac u lošijem položaju od njegovih rivala. Oni filozofi, kao David Hume, R. E. Hobart i P. H. Nowell-Smith (da spomenem samo trojicu), koji tvrde da je slobodna volja savršeno kompatibilna s determinizmom (s udjelom čistog slučaja ubačenog na kvantno-mehaničkoj razini ili bez njega) nemaju tog problema. Njihov položaj je očito sasvim kompatibilan s mehanicističkom biologijom. Libertarijanac je u mnogo težem položaju jer, kao što sam sugerirao, njegovo stajalište je teško pomiriti s modernom biološkom slikom čovjeka. Libertarijanac ima odgovornost da razmotri kako takva sinteza ideja može biti izvedena, ali on obično ne uspijeva raspravljati o stvari adekvatno. Obično je njegov interes sasvim drugačije usmjeren. Na primjer, Sir Isaiah Berlin, u djelu *Historical Inevitability* [3, osobito str. 30—34] drži da bi determinizam prouzročio drastičnu promjenu u našim uobičajenim moralnim pojmovima. Izgleda da Berlin misli da ova tvrdnja, da je determinizam inkompatibilan s našim uobičajenim moralnim pojmovima, daje dobar razlog za spuštanje na libertarijansku stranu. Berlin ne misli tu na same moralne sudove, nego na zdravorazumska metafizička vjerovanja na kojima su ti moralni sudovi (djelomično) zasnovani. (Kad bi filozof direktno iz samih moralnih sudova dokazivao metafizičku konkluziju, mogli bismo ga optužiti da je počinio naturalističku pogrešku u obratnom smjeru.) No, kada Berlin kaže da bi determinizam prouzročio drastičnu promjenu u našem uobičajenom moralnom mišljenju, on to čini sa slabim razlozima i ne razmatrajući dovoljno argumente R. E. Hobarta i drugih za suprotno. Sam bih branio stajalište da determinizam (s udjelom ubačenoga čistog slučaja ili bez njega) doista uzrokuje blagu modifikaciju u našemu uobičajenom moralnom mišljenju, ali ne tako drastičnu kao što Berlin zamišlja. Ali, čak i kad bi bilo tako, zašto biti toliko zabrinut za zdrav razum, koji je osobito u stvarima koje se odnose na ljudsko ponašanje preopterećen arhaičnim tradicionalnim i teološkim idejama? Kakvu dokaznu vrijednost može imati takvo pozivanje na zdravorazumska vjerovanja?

IV

Pokušao sam dokazati da su razmatranja znanstvene plauzibilnosti relevantna za filozofiju. Kao odgovor se može reći da ona to mogu biti u najboljem slučaju na heuristički način[6]. To jest, ona nas mogu navesti da preispitamo filozofske argumente, na primjer one za psihofizički dualizam, kako bismo vidjeli da li su oni tako valjani kao što se do sada činilo, ali ako ih pažljivo ispitamo možda ćemo morati priznati njihovu valjanost, koliko god njihove konkluzije mogu biti neplauzibilne. (Ja ne priznajem da su filozofski argumenti za psihofizički dualizam ili libertarijanizam kadri preživjeti bliže ispitivanje, ali radi diskusije pretpostavimo da jesu.) Može se reći da je upraviti razmatranja plauzibilnosti na filozofska rasuđivanja isto kao pokušati rezati staklo papirom. Filozofsko rasuđivanje, bit će rečeno, jest ili demonstrativno ili nikakvo, i razmatranja plauzibilnosti ne mogu utjecati na demonstrativni argument.

Taj prigovor brka dokazivost s izvjesnošću. Teorem u matematici može biti dokaziv i doista dokazan, ali ja mogu ne biti siguran da nisam napravio omašku u ispitivanju valjanosti dokaza. Čak i kod zbrajanja stupca brojki mogu biti nesiguran da li sam dobio točan odgovor, i čak ako nađem neke od svojih prijatelja da i oni to provjere, postoji mala mogućnost da smo možda svi mi napravili istu omašku. Naravno, u praksi sam sasvim siguran kad se moje računanje slaže s računanjem drugih, ali ta vrsta sigurnosti se ne postiže tako lako u filozofiji, jer su filozofski argumenti notorno klizavi, a filozofi rijetko jednodušni. Meni se, prema tome, čini da su filozofi optimistični kad pretpostavljaju da njihovi apriorni argumenti daju viši stupanj izvjesnosti nego što to daju razmatranja znanstvene plauzibilnosti. Čak i da mi sami nismo do sada opazili nikakvu pogrešku u našim prividno demonstrativnim argumentima, možemo biti sasvim sigurni da će neki drugi filozofi to opažiti, premda, naravno, mi možemo nastaviti ne slagati se s njihovim dijagnozama.

Uostalom, možemo li biti sigurni da filozofski argument ikada može dati onu vrstu demonstrativne izvjesnosti koju možemo dobiti u matematici? Matematičari se obično slažu jedan s drugim o svojim pretpostavkama i o pravilima dokazivanja. Teškoća u matematičkom dokazivanju leži u otkrivanju prikladnih lanaca rečenica koji daju dokaze; obično postoji slaganje da li takav lanac rečenica čini pravilan dokaz

---

[6] U bilješci [20] branio sam heurističku važnost razmatranja plauzibilnosti. Sada želim ići dalje od toga.

ili ne. Ponekad, međutim, matematičari se ne slažu u vezi s metodama dokazivanja koje su im prihvatljive. Najvažniji slučaj je neslaganje između onih koji prihvaćaju i onih koji ne prihvaćaju nekonstruktivne metode dokazivanja. Većina matematičara prihvaća takve metode, uglavnom, pretpostavljam, zato što mogu mnogo više njima postići, ali manjina odbacuje te metode kao nedovoljno jasne. Drugi matematičari, opet, prihvaćaju neutralan stav i zanima ih da vide što se *može a što se ne može dobiti konstruktivnim i nekonstruktivnim* metodama. Ako postoji ozbiljan spor između konstruktivista i nekonstruktivista, on poprima svu neodlučivost filozofske prepirke. Odatle slijedi da nas analogija između filozofije i matematike neće nužno dovesti do toga da pretpostavimo kako filozofija može dati neosporive dokaze.

Netko tko je bio pod jakim Wittgensteinovim utjecajem može željeti da kaže kako su filozofske prepirke rezultat nedostatka jasnoće u pogledu funkcioniranja našeg jezika i da ćemo razriješiti naše prepirke ako se budemo dovoljno trudili. Posljednji dio te tvrdnje izgleda da je ili tautologija ili empirijska neistina. Ako „dovoljno se truditi" znači „dovoljno se truditi da se razriješe naše prepirke", onda je tautologija reći da ćemo razriješiti naše prepirke ako se dovoljno trudimo. Još uvijek ostaje pitanje da li je moguće dovoljno se truditi u tom smislu. Po bilo kojemu drugom kriteriju tog „dovoljno se truditi" vjerojatno je empirijska neistina da ćemo razriješiti naše prepirke ako se dovoljno trudimo, jer teško da ima filozofskog pitanja o kojem se svi kompetentni filozofi slažu. Prema tome, nema adekvatnoga empirijskog svjedočanstva da su sva, ili čak mnoga, filozofska pitanja naprosto stvar „da se muhi pokaže izlaz iz boce", da upotrijebim Wittgensteinovu metaforu.

Naš wittgensteinovski filozof može sada reći da on nema teoriju filozofske metode; on samo napreduje u poslu. Način na koji napreduje u poslu jest skretanje pažnje na sličnosti i razlike u načinima kako se riječi upotrebljavaju. Ta vrsta istraživanja „logičke gramatike" je vrlo dobar način napredovanja u filozofiji, i ja bih bio jedan od posljednjih koji bi je prezirao. Ali, ono što želim reći u ovom stadiju jest da ako ne polažete pravo na teoriju filozofske metode, onda niste u položaju da mi prigovarate kada upotrebljavam razmatranja znanstvene plauzibilnosti kao dio moje filozofske oružnice.

Nakon svega, bit će nekih filozofa koji će se protiviti postupcima logičkog gramatičara čak i u onim slučajevima gdje većina nas vjeruje da su oni plodni. Filozof može prigovoriti cijelom načinu mišljenja o jeziku koji je implicitan u tom pri-

stupu. Na primjer, on može tvrditi da se značenja shvaćaju pomoću intelektualne intuicije. Djelomično zbog toga što filozof može sve osporiti, uvijek je moguće da on može izbjeći bilo koju proturječnost u koju mislite da ste ga uhvatili. Druga teškoća je uzrokovana time što jedan filozofski spor može dovesti do nekog drugog a on do nekog trećeg i tako dalje, bez izgleda da se dođe do odluke. Tako u prepirci oko slobode volje možemo dati libertarijancu dvije međusobno isključujuće alternative: djelovanje na deterministički način i djelovanje čistim slučajem. Pokazujemo da nijedna od njih nije ono što libertarijanac želi. Libertarijanac može odgovoriti osporavajući našu pretpostavku da su determinizam i čisti slučaj kontradiktorni (vidi [1] i [5]). On može tvrditi da smo tu nešto neopravdano uzeli kao dokazano i da podvrsta onog što nazivamo „čisti slučaj" jest „slobodno djelovanje" te da on može navesti smisao, možda pozivanjem na unutrašnje iskustvo, koji razlikuje slobodno djelovanje od onog što je *on* spreman nazvati „čistim slučajem". To bi gotovo sigurno prebacilo pitanje na opet drugi filozofski spor, i ne izgleda jasno da bi doista odlučni libertarijanac ikada morao dopustiti da bude konačno uhvaćen. To je svakako potvrđeno naoko beskrajnom literaturom o tom predmetu. Čak ono što izgleda jednom mnoštvu filozofa kao apsolutno neoborivi argument ne izgleda tako drugom mnoštvu filozofa. Postoji, ipak, drugi način kako se može napasti našega filozofskog protivnika. On može biti vezan za mnogo manje jednostavan sistem totalne znanosti nego mi. Na primjer, poteškoća smještanja intelektualnih intuicija u naše biološke i psihološke pojmovne sheme čini ih neprihvatljivim za neke od nas, iako se govor o njima može možda osloboditi proturječnosti. Naravno, naš protivnik može osporiti i takav pristup: on može odbaciti ideal jednostavnosti i ekonomičnosti objašnjenja. Filozofske prepirke još mogu biti tvrdoglave. Usprkos tome, pozivanje na znanstvenu plauzibilnost može biti uvjerljivo onima koji prihvaćaju ideale jednostavnosti i ekonomičnosti objašnjenja, i u tom slučaju može pomoći da se odluče neke rasprave među nekim filozofima.

Nadam se da sam učinio nešto u ovom spisu da poduprem tvrdnju da razmatranja znanstvene plauzibilnosti imaju neku ulogu u filozofiji. Istina je, naravno, da se ono što se čini plauzibilnom pojmovnom shemom može u budućnosti pokazati neistinitim, a neplauzibilna shema može na kraju biti istinita. Svakako, ne smijemo obeshrabrivati stvaranje metafizičkih spekulacija koje mogu nagovijestiti provjerljivu znanost budućnosti. Usprkos tome, ako želimo iznaći koje je gledište o

nekom filozofskom pitanju, po našem sadašnjem znanju, najvjerojatnije, kao o pitanju slobode volje ili o relacijama između duha i tijela, bili bismo ludi da zanemarujemo pravac koji sadašnja znanstvena spoznaja pokazuje. Doista, dio ovog spisa može biti promatran u drugom svjetlu, ne toliko kao pokušaj obeshrabrivanja spekulacija dualista ili libertarijanca, nego samo kao dio spekulativnog pokušaja zagovaranja materijalističke ili fizikalističke metafizike. U tome ne treba da budemo dogmatični, jer možemo potpuno priznati da naša znanstvena vjerovanja moraju uvijek biti provjerena činjenicama i tako će možda morati biti nadomještena drugim vjerovanjima u budućnosti. Na taj način, dakle, nadam se da mogu izbjeći sugestiju da ovaj esej, da upotrijebim naslov jednog od nedavnih spisa profesora Feigla [8], nije više nego dogmatična i nepoželjna „filozofska tangenta znanosti".

LITERATURA

1. Acworth, Richard. „Smart on Free Will", *Mind,* 72:271—272 (1963).

2. Berenda, C. W. „On Emergence and Prediction", *Journal of Philosophy,* 50:269—274 (1953).

3. Berlin, Isaiah. *Historical Inevitability.* London: Oxford University Press, 1954.

4. Campbell, C. A. „Is ‚Free-Will' a Pseudo-Problem?" *Mind,* 60:441—465 (1951).

5. Campbell, C. A. „Professor Smart on Free-Will, Praise and Blame: A Reply", *Mind,* 72:400—405 (1963).

6. Feigl, Herbert. „The ‚Mental' and the ‚Physical'", u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science,* Vol. II, Herbert Feigl, Michael Scriven, i Grover Maxwell, eds., str. 370—497. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958.

7. Feigl, Herbert. „Mind-Body, *Not* a Pseudoproblem", u *Dimensions of Mind,* Sidney Hook, ed., str. 24—36. New York: New York University Press, 1960.

8. Feigl, Herbert. „Philosophical Tangents of Science", u *Current Issues in the Philosophy of Science,* Herbert Feigl i Grover Maxwell, eds., str. 1—17. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1961.

9. Feigl, Herbert. „Physicalism, Unity of Science and the Foundations of Psychology", u *The Philosophy of Rudolf Carnap,* Paul Arthur Schilpp, ed., str. 227—267. La Salle, Ill.: Open Court, 1964.

10. Feyerabend, Paul K. „Explanation, Reduction, and Empiricism", u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science,* Vol. III, Herbert Feigl i Grover Maxwell, eds., str. 28—97. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962.

11. Feyerabend, Paul K. „How to Be a Good Empiricist—A Plea for Tolerance in Matters Epistemological," u *Philosophy of Science: The Delaware Seminar,* Vol. 2, 1962——1963, Bernard Baumrin, ed., str. 3—39. New York: Interscience, 1963.

12. Feyerabend, Paul K. „Problems of Microphysics," u *Frontiers of Science and Philosophy,* R. G. Colodny, ed., str. 189—283. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1962.

13. Nagel, Ernest. *The Structure of Science.* New York: Harcourt, Brace, and World, 1961.

14. Place, U. T. „Is Consciousness a Brain Process?" *British Journal of Psychology,* 47:44—50 (1956).

15. Place, U. T. „Materialism as a Scientific Hypothesis," *Philosophical Review,* 69: 101—104 (1960).

16. Place, U. T. „The 'Phenomenological Fallacy': a Reply to J. R. Smythies," *British Journal of Psychology,* 50:72—73 (1959).

17. Russell, Bertrand. *Analysis of Mind.* London: Allen and Unwin, 1921.

18. Smart, J. J. C. „Brain Processes and Incorrigibility," *Australasian Journal of Philosophy,* 40:68—70 (1962).

19. Smart, J. J. C. „Further Remarks on Sensations and Brain Processes," *Philosophical Review,* 70:406—407 (1961).

20. Smart, J. J. C. „Plausible Reasoning in Philosophy," *Mind,* 66:75—78 (1957).

21. Smart, J. J. C. „Sensations and Brain Processes," *Philosophical Review,* 68:141—156 (1959).

22. Smart, J. J. C. „Sensations and Brain Processes, A Rejoinder to Dr. Pitcher and Mr. Joske," *Australasian Journal of Philosophy,* 38:252—254 (1960).

23. Strawson, P. F. *Individuals.* London: Macmillan, 1959.

24. Wittgenstein, Ludwig. *Tractatus Logico-Philosophicus.* Translation by D. F. Pears and B. F. McGuinness. London: Routledge and Kegan Paul, 1961.

III
ORTODOKSNO TUMAČENJE NAUČNIH TEORIJA

Rudolf Carnap

METODOLOŠKA NARAV TEORIJSKIH POJMOVA

I. *Naši problemi*

U diskusijama o metodologiji nauke uobičajeno je i korisno dijeliti jezik nauke na dva dijela, jezik opažanja i teorijski jezik. Jezik opažanja upotrebljava termine koji označavaju opažljiva svojstva i odnose za opisivanje opažljivih stvari i događaja. Teorijski jezik, s druge strane, sadrži termine koji se mogu odnositi na neopažljive događaje, neopažljive aspekte ili odlike događaja, na primjer na mikro-čestice poput elektrona ili atoma, na elektromagnetsko polje ili gravitaciono polje u fizici, na različite vrste poriva i sposobnosti u psihologiji itd. U ovom članku pokušat ću rasvijetliti prirodu teorijskog jezika i njegov odnos prema jeziku opažanja. Jezik opažanja bit će ukratko opisan u odjeljku II ovog članka. Zatim će se u odjeljcima III—V dati iscrpnije objašnjenje teorijskog jezika i veze između ta dva jezika.

Jedna od glavnih tema bit će problem kriterija smislenosti za teorijski jezik, tj. točnih uvjeta koje termini i rečenice moraju ispunjavati da bi imali pozitivnu funkciju u objašnjenju i predviđanju opažljivih događaja i da bi na taj način bili prihvatljivi kao empirijski smisleni. Ostavit ću po strani problem kriterija smislenosti za jezik opažanja, jer ondje, izgleda, gotovo i nema nekih točaka ozbiljnog neslaganja među današnjim filozofima s obzirom na taj problem, barem ako se jezik opažanja shvati u gore navedenom užem smislu. S druge strane, za teorijski jezik taj je problem vrlo ozbiljan. Ne postoje samo neslaganja u odnosu na točno mjesto granične linije između smislenog i besmislenog, već neki filozofi sumnjaju i u samu mogućnost povlačenja bilo kakve granične linije. Istina je da se empiristi danas općenito slažu da su određeni ranije predloženi kriteriji bili suviše uski; na primjer, zahtjev da se svi teorijski termini moraju moći definirati na osnovu termina jezika opažanja i da se sve teorijske rečenice

moraju moći prevesti u jezik opažanja. Danas smo svjesni da su ti zahtjevi suviše laki, jer pravila koja povezuju dva jezika (koja ćemo zvati „pravilima korespondencije") mogu pružiti samo djelomičnu interpretaciju za teorijski jezik. Iz te činjenice, neki filozofi izvlače zaključak da ćemo, jednom kad su raniji kriteriji liberalizirani, naći kontinuiranu liniju od termina koji su usko povezani s opažajima, npr. ‚mase' i ‚temperature', preko udaljenijih termina poput ‚elektromagnetskog *polja' i ‚psi-funkcije' u fizici, do onih termina koji nemaju* neku određenu vezu s opažljivim događajima, npr. termina u spekulativnoj metafizici; dakle, smislenost njima izgleda naprosto kao stvar stupnja. Tu skeptičku poziciju podržavaju i neki empiristi; Hempel je, na primjer, pružio jasne i snažne argumente za to stanovište (vidi njegove članke [14] i [15]). Premda osnovnu ideju empirijskog kriterija smislenosti još uvijek smatra ispravnom, on vjeruje da su nužne duboke izmjene. Prvo, pitanje smislenosti ne može, po njegovom mišljenju, biti postavljeno za bilo koji pojedinačni termin ili rečenicu već samo za čitav sistem koji se sastoji od teorije, izražene teorijskim jezikom i pravila korespondencije. I drugo, čak i za taj sistem kao cjelinu, on misli da se ne može povući oštra razlika između smislenog i besmislenog; možemo, u najboljem slučaju, reći nešto o njegovom stupnju potvrđenosti na *osnovu raspoloživog svjedočanstva opažanja, ili o stupnju nje*gove moći objašnjenja i predviđanja opažljivih događaja.

Skeptici, naravno, ne poriču da možemo povući točnu graničnu liniju ako to želimo. Ali oni sumnjaju da bilo koja granična linija predstavlja adekvatnu eksplikaciju one razlike koju su empiristi izvorno imali na umu. Oni vjeruju, povuče li se bilo koja granična linija, da će ona biti više ili manje proizvoljna; i, povrh toga, da će se pokazati da je ona ili preuska ili preširoka. To da je preuska znači da su isključeni neki termini ili rečenice koje znanstvenici prihvaćaju kao smislene; to da je preširoka znači da su uključeni neki termini i rečenice koje ljudi koji naučno razmišljaju ne bi prihvatili kao smislene.

Moj stav je optimističniji od stava skeptika. Vjerujem da je moguće, i u teorijskom jeziku, povući adekvatnu graničnu liniju koja dijeli naučno smisleno od besmislenog. Predložit ću kriterije smislenosti; kriterij za teorijske termine bit će formuliran u odjeljku VI, a pitanje njegove adekvatnosti bit će ispitano u odjeljku VII; kriterij za teorijske rečenice bit će dat u odjeljku VIII.

Dva alternativna oblika za uvođenje naučnih pojmova u naš dvojezični sistem bit će objašnjena i ispitat će se njihova

upotrebljivost (odjeljak IX i X). Jednu vrstu čine teorijski pojmovi uvedeni u teorijski jezik pomoću postulata. Drugu vrstu nazivam „dispozicijskim pojmovima". Oni mogu biti uvedeni u prošireni jezik opažanja. Pojmovi definirani takozvanim operacionalnim definicijama i takozvanim posredujućim varijablama pripadaju toj vrsti. Pokušat ću pokazati da je uvođenje u obliku teorijskih pojmova korisnija metoda jer dopušta veću slobodu u izboru pojmovnih oblika; povrh toga, izgleda da se ona više slaže s načinom na koji znanstvenici stvarno upotrebljavaju svoje pojmove.

U posljednjem odjeljku, raspravljam sažeto o mogućnostima i prednostima upotrebe teorijskih pojmova u psihologiji.

II *Jezik opažanja* L_O

Uzima se kao da se cjelokupni jezik znanosti, *L*, sastoji od dva dijela, jezika opažanja L_O i teorijskog jezika L_T. Ovdje ću ukratko naznačiti prirodu L_O; kasnija rasprava će se uglavnom ticati L_T i njegovog odnosa prema L_O. Bez pokušaja da je stvarno opišemo, pretpostavljamo da je logička struktura jezika L_O dana. To bi uključilo specificiranje primitivnih konstanti, razdijeljenih u logičke i deskriptivne (tj. nelogičke) konstante. Neka opažajni rječnik V_O bude skup deskriptivnih konstanti iz L_O. Dalje, za svaki jezički dio specificirani su dopušteni tipovi varijabli. U L_O može biti dovoljno da se upotrijebe samo individualne varijable, s opažljivim događajima (uključujući stvar-trenutke) uzetim kao individuama. Zatim su data formacijska pravila, koja specificiraju dopuštene oblike rečenica, i pravila logičke dedukcije.

Zamislimo da određena jezička zajednica upotrebljava L_O kao sredstvo komunikacije i da svi članovi grupe sve rečenice iz L_O razumiju u istom smislu. Na taj način dato je potpuno objašnjenje za L_O.

Termini iz V_O su predikati koji označuju opažljiva svojstva događaja ili stvari (npr. „plavo", „vruće", „veliko" itd.) ili opažljive odnose među njima (npr. „x je toplije od y", x se dodiruje s y" itd.)

Neki filozofi su predložili određene principe koji ograničuju ili oblike izraza ili postupke dedukcije u „jeziku", da bi osigurali da sve što je izrečeno tim jezikom bude potpuno smisleno. Čini mi se da opravdanost takvih zahtjeva ovisi o svrsi za koju je dotični jezik upotrijebljen. Budući da je L_O namijenjen opisu opažljivih događaja i zbog toga treba biti potpuno interpretiran, ti zahtjevi, ili barem neki od njih, iz-

gleda da imaju opravdanje. Razmotrimo najvažnije zahtjeve koji su bili predloženi za neki ili bilo koji jezik *L*.

1. Zahtjev *opažljivosti* za primitivne deskriptivne termine.
2. Zahtjevi različitih stupnjeva strogosti za neprimitivne deskriptivne termine.
   (a) Da se mogu eksplicitno *definirati*.
   (b) Da se mogu *reducirati* pomoću kondicionalnih definicija (npr. pomoću redukcijskih rečenica kao što su predložene u (5)).
3. Zahtjev *nominalizma:* vrijednosti varijabli moraju biti konkretni, opažljivi entiteti (npr. opažljivi događaji, stvari ili stvar-trenuci).
4. Zahtjev *finitizma*, u jednom od tri oblika rastuće strogosti:
   (a) Pravila jezika *L* ne tvrde niti impliciraju da je osnovna domena (doseg vrijednosti pojedinačnih varijabli) beskonačna. U stručnoj terminologiji *L* ima barem jedan konačni model.
   (b) *L* ima samo konačne modele.
   (c) Postoji konačan broj *n* takav da nijedan model ne sadrži više od *n* jedinki.
5. Zahtjev *konstruktivizma:* svaka vrijednost bilo koje varijable iz *L* označena je nekim izrazom u *L*.
6. Zahtjev *ekstenzionalnosti*. Jezik sadrži samo istinosno-funkcionalne veznike, a ne sadrži termine za logičke ili uzročne modalnosti (nužnost, mogućnost itd.).

Svaki jezik koji ispunjava te zahtjeve je neposrednije i potpunije razumljiv od jezika koji prekoračuju ta ograničenja. Međutim, za jezik kao cjelinu, ti zahtjevi nisu opravdani; odbacit ćemo ih kasnije za teorijski jezik L_T. Budući da ćemo tada imati u dijelu L_T svu moguću slobodu izražavanja, možemo prihvatiti neke ili sve od tih zahtjeva za L_O.

Već smo prihvatili zahtjeve 1 i 3. Odluka o zahtjevu 2 ovisi o našoj intuiciji u vezi s dispozicijskim terminima (npr. „topljiv“, „lomljiv“, „savitljiv“). Nećemo ih uključiti u sam L_O; tako se L_O ovdje uzima kao *ograničeni jezik opažanja* koji ispunjava jači zahtjev 2(a). Kasnije (u odjeljku IX) objasnit će se mogućnost jednog proširenog jezika opažanja L'_O, koji dopušta uvođenje dispozicijskih termina. Druga metoda sastoji se u prikazivanju dispozicijskih pojmova pomoću teorijskih termina u L_T (odjeljak X).

Najslabiji zahtjev 4(a) finitizma ispunjen je u L_O. Zbog toga je lako moguće zadovoljiti zahtjev 5. Nadalje, uzimamo L_O kao ekstenzionalan jezik; time je ispunjen zahtjev 6.

III *Teorijski jezik* L_T

Primitivne konstante iz L_T su, kao one iz L_O, podijeljene na logičke i deskriptivne konstante. Neka teorijski rječnik V_T bude skup deskriptivnih primitivnih konstanti iz L_T. Često ćemo te konstante zvati jednostavno „teorijskim terminima". (Često se nazivaju „teorijskim konstrukcijama" ili „hipotetičkim konstrukcijama". Međutim, budući da se termin „konstrukcija" izvorno upotrebljavao za eksplicitno definirane termine ili pojmove, možda je bolje ovdje izbjegavati taj termin i umjesto njega upotrebljavati neutralni izraz „teorijski termin" (ili „teorijski primitivni pojam"). Ova upotreba se, izgleda, bolje slaže s činjenicom da, općenito, nije moguće pružiti eksplicitne definicije za teorijske termine na temelju L_O.)

Možemo pretpostaviti da L_T sadrži uobičajene istinosno-funkcionalne veznike (npr. za negaciju i konjunkciju). Drugi veznici, npr. znakovi za logičke modalnosti (npr. logička nužnost i striktna implikacija) i za uzročne modalnosti (npr. uzročna nužnost i uzročna implikacija) mogu se priznati ako se to želi; ali njihovo uključivanje bi zahtijevalo znatno složeniji skup pravila logičke dedukcije (kao sintaktička i semantička pravila). Najvažniji problem koji preostaje za specificiranje logičke strukture tiče se dosega vrijednosti varijabli koje se vezuju uz univerzalne i egzistencijalne kvantifikatore, i prema tome vrste entiteta s kojima se bavi u L_T. O tom problemu raspravljat će se u odjeljku IV.

Dana je neka teorija koja se sastoji od konačnog broja *postulata* formuliranih u L_T. Neka *T* bude konjunkcija tih postulata. Konačno, dana su *pravila korespondencije C* koja povezuju termine iz V_T s onima iz V_O. Ta će pravila biti objašnjena u odjeljku V.

IV *Problem dopustivosti teorijskih entiteta*

Izgleda da je prihvaćanje slijedećih triju konvencija C1—C3 dovoljno da se osigura da L_T uključuje svu onu matematiku koja je potrebna u znanosti i također sve vrste entiteta koji se uobičajeno javljaju u bilo kojoj grani empirijske znanosti.

Konvencije o domeni D entiteta koji su dopušteni kao vrijednosti varijabli u L_T.

C1. *D* uključuje prebrojivu subdomenu *I* entiteta.

C2. Bilo koja uređena *n*-torka entiteta u *D* (za svako konačno *n*) pripada također domeni *D*.

C3. Bilo koji skup entiteta u *D* pripada također domeni *D*.

Sada ću ukratko pokazati kako te konvencije dopuštaju sve uobičajene vrste entiteta o kojima je riječ u naučnim teorijama. Radi lakšeg razumijevanja, prvo ću upotrebljavati uobičajeni način govora i uobičajene termine za određene vrste entiteta, a tek ću kasnije dodati upozorenje protiv moguće pogrešne interpretacije tih formulacija.

Prvo o matematičkim entitetima. Budući da je subdomena koju sam uglavio u *C1* prebrojiva, možemo njezine elemente smatrati prirodnim brojevima 0, 1, 2, itd. Ako je *R* neka relacija čiji članovi pripadaju domeni *D*, tada se *R* može tumačiti kao skup uređenih parova njezinih članova. Dakle, prema *C2* i *C3*, *R* također pripada domeni *D*. Sada (pozitivni i negativni) cijeli brojevi mogu, na uobičajen način, biti izgrađeni kao relacije prirodnih brojeva. Prema tome, oni također pripadaju domeni *D*. Analogno tome, idemo dalje k racionalnim brojevima kao relacijama među cijelim brojevima, k realnim brojevima kao skupovima racionalnih brojeva, i ka kompleksnim brojevima kao uređenim parovima realnih brojeva. Povrh toga, dobivamo skupove brojeva tih vrsta, relacije među njima, funkcije (kao posebne vrste relacija) čiji argumenti i vrijednosti jesu brojevi, zatim skupove funkcija, funkcije funkcija itd. Prema tome, *D* uključuje sve vrste entiteta potrebnih u čisto matematičkom dijelu od L_T.

Sada prelazimo na fiziku. Pretpostavit ćemo da je L_T zasnovan na posebnom prostorno-vremenskom koordinatnom sistemu; po tome su prostorno-vremenske točke uređene četvorke realnih brojeva i stoga, prema *C2*, pripadaju domeni *D*. Prostorno-vremensko područje je skup prostorno-vremenskih točaka. Bilo koji posebni fizikalni sistem o kojem fizičar može govoriti, npr. materijalno tijelo ili proces zračenja, zauzima određeno prostorno-vremensko područje. Kada fizičar opisuje fizikalni sistem ili proces koji se u njemu zbiva ili njegovo trenutno stanje, on pripisuje vrijednosti fizikalnih veličina (npr. mase, električnog naboja, temperature, jačine elektromagnetskog polja, energije i slično) ili prostorno-vremenskom području kao cjelini ili njegovim točkama. Vrijednosti neke fizikalne veličine su ili realni brojevi ili *n*-torke tih brojeva. Tako je fizikalna veličina funkcija čiji su argumenti ili prostorno-vremenske točke ili područja i čije su vrijednosti ili realni brojevi ili *n*-torke tih brojeva. Prema tome, na temelju naših konvencija, domena *D sadrži* prostorno-vremenske točke i područja, fizikalne veličine i njihove vrijednosti, fizikalne sisteme i njihova stanja. Sam fizikalni sistem i nije ništa

drugo nego prostorno-vremensko područje karakterizirano pomoću veličina. Na sličan način može se za sve druge entitete koji se javljaju u fizikalnim teorijama pokazati da pripadaju domeni *D*.

Psihološki pojmovi su svojstva, relacije ili kvantitativne veličine pripisane određenim prostorno-vremenskim područjima (obično ljudskim organizmima ili njihovim skupovima). Dakle, oni pripadaju istim logičkim tipovima kao pojmovi fizike, neovisno o pitanju njihove razlike u značenju i u načinu definiranja. Obratite pažnju na to da je logički tip psihološkog pojma također neovisan o njegovoj metodološkoj naravi, npr. da li je zasnovan na opažanju ponašanja ili na introspekciji; filozofi, izgleda, katkada to ne shvaćaju. Dakle domena *D* uključuje također sve entitete o kojima je riječ u psihologiji. Isto važi za sve društvene nauke.

Razmotrili smo neke od vrsta entiteta o kojim je riječ u matematici, fizici, psihologiji i društvenim naukama i ukazali na to da pripadaju domeni *D*. Međutim, htio bih ovdje naglasiti da to pričanje o dopuštanju ove ili one vrste entiteta kao vrijednosti varijabli u L_T jest samo način govora smišljen da učini lakše razumljivim L_T, a napose upotrebu kvantificiranih varijabli u L_T. Zbog toga se upravo data objašnjenja ne smiju shvatiti kao da impliciraju da su se oni koji prihvaćaju i upotrebljavaju ovdje opisanu vrstu jezika time obavezali na određene „ontološke" doktrine u tradicionalnom metafizičkom smislu. Uobičajena ontološka pitanja o „stvarnosti" (u navedenom metafizičkom smislu) brojeva, skupova, prostorno-vremenskih točaka, tijela, umova itd., su pseudo-pitanja bez kognitivnog sadržaja. Nasuprot tome, postoji dobar smisao riječi „stvaran", naime, onaj koji se upotrebljava u svakidašnjem jeziku i u znanosti. Može biti korisno za našu sadašnju raspravu da razlikujemo dvije vrste smislene upotrebe riječi „stvaran", naime, zdravorazumsku upotrebu i naučnu upotrebu. Iako u stvarnoj praksi ne postoji oštra linija između te dvije upotrebe, možemo, s obzirom na našu diobu cjelokupnog jezika *L* na dva dijela L_O i L_T, razlikovati između upotrebe riječi „stvaran" u vezi s L_O, i one u vezi s L_T. Pretpostavljamo da L_O sadrži samo jednu vrstu varijable i da su vrijednosti tih varijabli mogući opažljivi događaji. U tom kontekstu, pitanje stvarnosti može se postaviti samo u vezi s mogućim događajima. Iskaz da je specificirani mogući opažljivi događaj (npr. da je dolina nekada davno bila jezero) stvaran znači isto što i iskaz da je istinita rečenica iz L_O koja opisuje taj događaj, i prema tome znači upravo isto što i sama ta rečenica: „Ta dolina je bila jezero".

Za pitanje o stvarnosti u vezi s L_T, situacija je u nekim vidovima složenija. Ako se pitanje tiče stvarnosti nekog događaja opisanog teorijskim terminima, situacija nije mnogo drugačija od one ranije: prihvatiti iskaz o stvarnosti te vrste isto je što i prihvatiti rečenicu iz L_T koja opisuje taj događaj. Međutim, pitanje o stvarnosti nečega poput elektrona općenito (nasuprot pitanju o stvarnosti oblaka elektrona koji se giba ovdje i sada na neki specifičan način, što je pitanje prve vrste) ili elektromagnetskog polja općenito je drugačije prirode. Pitanje te vrste je po sebi prilično neodređeno. Ali možemo mu dati dobar naučni smisao, npr. ako se složimo da pod prihvaćanjem stvarnosti, recimo, elektromagnetskog polja u klasičnom smislu podrazumijevamo prihvaćanje jezika L_T, njegovog termina, recimo ‚*E*', i skup postulata *T* koji uključuje klasične zakone elektromagnetskog polja (recimo, Maxwellove jednadžbe) kao postulate za ‚*E*'. Za nekog promatrača X „prihvatiti" postulate iz *T*, ovdje znači ne naprosto uzeti *T* kao neki neinterpretirani račun, već upotrijebiti *T* zajedno sa specificiranim pravilima korespondencije *C* tako da se njegova očekivanja upravljaju na osnovu izvođenja predviđanja o budućim opažljivim događajima iz opaženih događaja pomoću *T* i *C*.

Ranije sam rekao da se elementi osnovne domene mogu smatrati prirodnim brojevima. Ali upozorio sam da se tu primjedbu i još neke druge o realnim brojevima, itd., ne bi smjelo uzeti doslovno već jedino kao didaktičku pomoć sadržanu u pridavanju poznatih entiteta određenih vrstama entiteta, ili, da to kažemo na još oprezniji način, određenim vrstama izraza u L_T. Neka izrazi koji odgovaraju domeni *I* budu „*O*", „*O'*", „*O''*", itd. Reći da „*O*" označava broj nulu, „*O'*" broj jedan, itd., pruža samo psihološku pomoć čitaocu u povezivanju tih izraza s korisnim asocijacijama i predodžbama, ali se ne smije smatrati da to specificira dio interpretacije jezika L_T. Sva interpretacija (u strogom smislu ovog termina, tj. opažajna interpretacija) koja se može pružiti za L_T data je u *C*-pravilima, i njihov zadatak u biti jest interpretacija određenih rečenica koje sadrže deskriptivne termine, a time indirektno i interpretacija deskriptivnih termina u V_T. S druge strane, glavna korist koju izrazi „*O*" itd. pružaju, sastoji se u činjenici da oni prikazuju posebnu vrstu strukture (naime, niz s jednim početnim članom ali bez posljednjeg člana). Dakle, može se na jedinstven način specificirati struktura, ali elementi strukture ne mogu. To nije stoga što ne znamo njihovu narav, nego, prije stoga što pitanje o njihovoj prirodi nema smisla. Ali tada, budući da je niz prirodnih brojeva najjednostavniji i najpoznatiji primjer strukture o kojoj se ovdje radi, nema nikak-

ve opasnosti u tome da se kaže kako ti izrazi označuju entitete i da su ti entiteti prirodni brojevi, sve dok nismo tim formulacijama zavedeni da postavljamo metafizička pseudo-pitanja.

U ranijoj raspravi o opažajnom jeziku L_O (odjeljak II), razmotrili smo određene restriktivne zahtjeve, kao zahtjev nominalizma, finitizma itd., i ustanovili da su prihvatljivi. Međutim, situacija u vezi s teorijskim jezikom je potpuno drugačija. Za L_T ne tvrdimo da ima potpunu interpretaciju, već samo indirektnu i djelomičnu interpretaciju koju pružaju pravila korespondencije. Dakle, trebali bismo se osjećati slobodnima da izaberemo logičku strukturu tog jezika onako kako najbolje odgovara našim potrebama za svrhu u koju je jezik izgrađen.

Tako ovdje u L_T nema razloga protiv tri konvencije, iako njihovo prihvaćanje narušava prvih pet zahtjeva navedenih u odjeljku II. Prvo, prije nego što su dana *C*-pravila, L_T je, s postulatima *T* i pravilima dedukcije, neinterpretiran račun. Prema tome, raniji se zahtjevi ne mogu na njega primijeniti. Slobodni smo u izgradnji računa; nema nedostatka jasnoće pod uvjetom da su pravila računa jasno data. Zatim se dodaju *C*-pravila. Sve što ona čine je, u stvari, da dopuštaju izvođenje određenih rečenica L_O iz određenih rečenica jezika L_T i obratno. Oni indirektno služe za izvođenje konkluzija u L_O, npr. predviđanja opažljivih događaja iz datih premisa iz L_O, npr. izvještaja o rezultatima dobivenima opažanjem, ili za utvrđivanje vjerojatnosti konkluzije u L_O na temelju datih premisa u L_O. Budući da i premise i konkluzija pripadaju jeziku L_O, koji ispunjava restriktivne zahtjeve, ne može se ništa prigovoriti upotrebi *C*-pravila i L_T, bar što se tiče smislenosti rezultata do kojih se došlo postupkom izvođenja.

V Pravila korespondencije C

Nema nezavisne interpretacije za L_T. Sistem *T* je po sebi neinterpretiran sistem postulata. Termini rječnika V_T dobivaju samo indirektnu i nepotpunu interpretaciju činjenicom da su neki od njih povezani pravilima *C* s opažajnim terminima, a ostali termini rječnika V_T su povezani s ovim prvima preko postulata od *T*. Iz toga je jasno da su pravila *C* suštinska; bez njih termini rječnika V_T ne bi imali nikakvo opažajno značenje. Ta pravila moraju biti takva da povezuju rečenice jezika L_O s određenim rečenicama jezika L_T, na primjer pravljenjem izvoda u jednom ili drugom mogućem smjeru. Poseban oblik izabran za pravila *C* nije bitan. Ona mogu biti formulirana

kao pravila zaključivanja ili kao postulati. Budući da pretpostavljamo da je logička struktura jezika dovoljno bogata da sadrži sve potrebne veznike, možemo uzeti da su pravila C formulirana kao postulati. Neka C bude konjunkcija tih *postulata korespondencije*. Kao primjer, možemo zamisliti da je L_T jezik teorijske fizike, utemeljen na prostorno-vremenskom koordinatnom sistemu. Među pravilima C bit će nekoliko temeljnih, koji se tiču prostorno-vremenskih određenja. Ona mogu specificirati metodu za pronalaženje koordinata bilo koje opažajno specificirane lokacije, npr. metoda kojom se služe navigatori za određivanje položaja (prostorne koordinate: dužina, širina, i visina) i vremena. Drugim riječima, ta C-pravila specificiraju relaciju *R* koja važi između neke opažljive lokacije *u* i koordinata *x, y, z, t,* gdje su *x, y, z* prostorne koordinate a *t* je vremenska koordinata od *u*. Točnije govoreći, relacija *R* se odnosi na neko opažljivo prostorno-vremensko područje *u*, npr., neki vidljivi događaj ili stvar, skup *u′* koordinatnih četvorki koji može biti specificiran intervalima oko koordinatnih vrijednosti *x, y, z, t.*

Na temelju tih C-pravila za prostorno-vremenska određenja, data su druga C-pravila za termine jezika V_T, npr. za neke jednostavne fizikalne veličine poput mase, temperature, i sličnog. Ta pravila su prostorno-vremenski općenita, tj. važe za bilo koju prostorno-vremensku lokaciju. Ona će obično povezivati samo veoma posebne vrste raspodjela vrijednosti dotičnih teorijskih veličina s nekim opažljivim događajem. Na primjer, pravilo bi se moglo odnositi na dva materijalna tijela *u* i *v* (tj. opažljiva na lokacijama *u* i *v*); ona ne smiju biti ni suviše mala ni suviše velika da ih neki promatrač vidi i uzme u svoje ruke. Pravilo može povezivati teorijski termin „masa“ s opažljivim predikatom „teži od“ na slijedeći način: „Ako je *u* teže od *v*, masa od *u′* (tj. masa koordinatnog područja *u′* koje odgovara *u*) veća je nego masa od *v′*“. Drugo pravilo može povezivati teorijski termin „temperatura“ s opažljivim predikatom „topliji od“ na ovaj način: „Ako je *u* toplije nego *v*, onda je temperatura od *u′* viša nego ona od *v′*.“

Kao što to primjeri pokazuju, C-pravila ostvaruju vezu samo između određenih rečenica veoma posebne vrste u L_T i rečenica u L_O. Ranije stanovište, da bi za neke termine rječnika V_T moglo biti definicija u terminima rječnika V_O, nazvanih ‚korelativne definicije' (Reichenbach) ili ‚operacionalne definicije' (Bridgman), bilo je odbačeno od strane većine empirista kao pretjerana simplifikacija (vidi odjeljak X). Na suštinsku nepotpunost interpretacije teorijskih termina ukazao sam u *Foundations of Logic and Mathematics* [6], a o njoj je iscrpno

raspravljao i Hempel u [15, § 3] i [16, § 7]. Štoviše, ne može se tražiti da postoji *C*-pravilo za svaki termin rječnika V_T. Ako imamo *C*-pravila za određene termine a ti termini su povezani s drugim terminima preko postulata od *T*, onda ti drugi termini na taj način također dobivaju opažajno značenje. Ta činjenica pokazuje da je specifikacija, ne samo pravila *C*, već također i postulata *T*, suštinska za problem smislenosti. Definicija smislenosti mora biti ovisna o teoriji *T*, jer isti termin može biti smislen u odnosu na jednu teoriju a besmislen u odnosu na drugu.

Da bismo imali konkretniju sliku, možemo zamisliti da su termini u V_T kvantitativne fizikalne veličine, npr. funkcije od prostorno-vremenskih točaka (ili konačnih prostorno-vremenskih područja) na realne brojeve (ili *n*-torke realnih brojeva). Postulati *T* mogu se zamisliti kao da predstavljaju fundamentalne zakone fizike, a ne druge fizikalne iskaze, ma koliko oni bili dobro zasnovani. Zamislimo da su postulati *T* i pravila *C* potpuno općeniti u odnosu na prostor i vrijeme — tj. da ne sadrže upućivanja na neki poseban položaj u prostoru i vremenu.

U gornjim primjerima *C*-pravila imaju oblik univerzalnih postulata. Općenitiji oblik bio bi oblik statističkih zakona koji uključuju pojam statističke vjerojatnosti (koji otprilike znači relativnu učestalost u velikom broju ponavljanja). Postulat te vrste mogao bi reći, na primjer, da, ako je neko područje u određenom stanju specificiranom pomoću teorijskih termina, onda postoji vjerojatnost od 0.8 da se pojavi određeni opažljivi događaj (što znači da se u prosjeku, taj događaj javlja u 80% slučajeva). Ili bi taj postulat, obrnuto, mogao tvrditi vjerojatnost za teorijsko svojstvo, u odnosu na opažljiv događaj. Statistička pravila korespondencije su dosada bila vrlo malo proučavana. (Vjerojatnosni pojam psi-funkcije u kvantnoj mehanici mogao bi se možda smatrati primjerom probabilističkih C-pravila kao što bi sugerirale neke uobičajene formulacije fizičara. Mislim, ipak, da taj pojam ustanovljuje vjerojatnosnu vezu *unutar* L_T prije nego između L_T i L_O. Ono što fizičari često nazivaju „opažljivim veličinama", npr. masa, položaj, brzina, energija, frekvencija valova i slično, nisu „opažljivi" u smislu koji je uobičajen u filozofskim raspravama o metodologiji, i stoga pripadaju teorijskim pojmovima u našoj terminologiji.) Radi jednostavnosti, u najvećem dijelu ovog teksta smatrat ću *C*-pravila postulatima univerzalnog oblika.

Moj zadatak je da razjasnim pojam empirijske smislenosti teorijskih termina. Upotrebljavat ću „empirijski smisao“ ili, skraćeno, „smisao“ kao stručni izraz za željeno razjašnjenje. U pripremi za zadatak razjašnjenja, dozvolite mi da pokušam nešto više osvijetliti *explicandum*, tj. pojam empirijske smislenosti u njenom predsistematskom smislu. Neka ‚*M*' bude teorijski termin jezika V_T; on može označavati fizikalnu veličinu *M*. Što znači za *M* da je *empirijski smisleno?* Grubo govoreći, to znači da je određena pretpostavka koja uključuje veličinu *M* relevantna za predviđanje nekog opažljivog događaja. Određenije, mora postojati određena rečenica S_M o *M* takva da uz njezinu pomoć možemo izvesti rečenicu S_O u L_O. (Zaključivanje može biti ili deduktivno, kao što ću uzeti da jest u slijedećem raspravljanju, ili, općenitije, probabilističko.) Naravno, ne zahtijeva se da S_O bude izvediva jedino iz S_M. Jasno je da možemo u dedukciji upotrebljavati postulate *T* i pravila *C*. Ako S_M sadrži ne samo ‚*M*' već i druge termine jezika V_T, onda to što se S_O može deducirati ne dokazuje da je ‚*M*' smislen, jer ta činjenica može naprosto biti rezultat javljanja drugih termina. Zbog toga ću zahtijevati da S_M sadrži ‚*M*' kao jedini termin iz V_T. U tom se slučaju može dogoditi da je svaka pretpostavka koja uključuje jedino veličinu *M* po sebi suviše slaba da bi dovela do neke opažajne konzekvence i da moramo dodati drugu pretpostavku S_K koja sadrži druge termine iz V_T ali ne ‚*M*'. Neka *K* bude skup tih drugih termina. Na primjer, S_M može reći da, u određenoj prostorno-vremenskoj točci, *M* ima vrijednost 5, a S_K može reći da, u istoj prostorno-vremenskoj točci ili u njezinoj okolini, određene druge veličine imaju specificirane vrijednosti. Ako se S_O može deducirati iz četiri premise S_M, S_K, *T* i *C*, a ne može se deducirati jedino iz S_K, *T* i *C*, onda je rečenica S_M relevantna za predviđanje nekog opažljivog događaja, i prema tome ima opažajno značenje. Budući da je ‚*M*' jedini deskriptivni termin u S_M, ‚*M*' sam ima opažajno značenje. Ipak tom rezultatu treba dodati jednu ogradu. Budući da smo upotrijebili drugu pretpostavku S_K koja uključuje termine iz *K*, samo smo pokazali da je ‚*M*' smislen pod uvjetom da su termini u *K* smisleni. Iz tog razloga definicija značenja za ‚*M*' mora biti vezana ne samo za *T* i *C*, već također i za skup *K*. Navedenim postupkom je pokazano da je ‚*M*' smislen pod uvjetom da se ranijim ispitivanjem utvrdilo da su termini u *K* smisleni. Dakle, termini u V_T se moraju ispitivati nekim redoslijedom. Prvi termini rječnika V_T moraju biti takvi da se mogu pokazati smislenima

a da se ne pretpostavi smislenost drugih deskriptivnih termina. To će biti slučaj s određenim terminima rječnika V_T koji su C-pravilima izravno povezani s L_O. Drugi termini u V_T mogu se zatim pokazati smislenima koristeći dokazanu smislenost prvih termina, i tako dalje. Cjelokupan V_T može se smatrati smislenim tek ako možemo pokazati za određeni niz njegovih termina da je svaki termin smislen u odnosu na skup termina koji mu prethode u nizu.

Jasno je da definicija mora biti vezana za T, jer pitanje da li je određeni termin u L_T smislen ne može nikako biti riješeno a da se ne uzmu u obzir postulati pomoću kojih je uveden. Možda bi se moglo prigovoriti da, ako je smisao ovisan o T, onda nas bilo koje opažanje nove činjenice može primorati da smatramo besmislenim neki termin koji je do sada bio smatran smislenim i obrnuto. Ipak, treba uočiti prvo da teorija T koja je ovdje pretpostavljena u ispitivanju smislenosti nekog termina, sadrži samo postulate, tj. fundamentalne zakone znanosti, a ne druge naučne tvrdnje, npr. one koje opisuju pojedinačne činjenice. Zato skup termina u L_T koji su priznati kao smisleni nije izmijenjen kad god se otkriju nove činjenice. Taj skup će se općenito izmijeniti jedino kada dođe do radikalne revolucije u sistemu znanosti, osobito uvođenjem nekog novog primitivnog teorijskog termina i dodavanjem postulata za taj termin. I dalje uočite da je ovdje predloženi kriterij takav da, iako je cjelina teorije T pretpostavljena u kriteriju, pitanje smislenosti se još uvijek postavlja za svaki termin odvojeno, a ne samo za rječnik V_T kao cjelinu.

Na temelju prethodnih razmatranja, sada ću dati definicije za pojam smisla deskriptivnih termina u teorijskom jeziku. Definicija *D1* će definirati pomoćni pojam *relativnog smisla*, tj. smisla izraza ‚*M*' u odnosu na skup K drugih termina. Zatim će sam pojam smisla biti definiran u *D2*. Prema našim ranijim razmatranjima, pojam smisla mora, osim toga, biti vezan za teorijski jezik L_T, opažajni jezik L_O, skup postulata T, i pravila korespondencije C. Pretpostavljamo da specifikacije jezika L_T i L_O sadrže također specifikaciju skupova deskriptivnih termina, tj. V_T i V_O.

D1. Termin ‚*M*' je *smislen u odnosu na skup* K termina, s obzirom na L_T, L_O, T i $C = D_f$ termini iz K pripadaju V_T, ‚*M*' pripada V_T ali ne pripada K, i postoje tri rečenice, S_M i S_K u L_T a S_O u L_O, takve da su ispunjeni slijedeći uvjeti:

(a) S_M sadrži ‚*M*' kao jedini deskriptivni termin.

(b) Deskriptivni termini u S_K pripadaju K.

(c) Konjunkcija $S_M \cdot S_K \cdot T \cdot C$ je konzistentna (tj. nije logički neistinita).

(d) S_0 je logički implicirana konjunkcijom $S_M \cdot S_K \cdot T \cdot C$.

(e) S_0 nije logički implicirana konjunkcijom $S_K \cdot T \cdot C$.

Uvjet (c) je dodan samo zato da bi se osiguralo da situacija opisana u S_M i S_K jest moguća, tj. da nije isključena postulatima T i C-pravilima; *inače bi uvjet (d) bio trivijalno ispunjen.*

D2. Termin ‚M_n' je *smislen* obzirom na L_T, L_O T i C = D_f postoji niz termina ‚M_1', ..., ‚M_n' rječnika V_T, takav da je svaki termin ‚M_i' ($i = 1, \ldots, n$) smislen u odnosu na skup onih termina koji mu prethode u nizu, obzirom na L_T, L_O, T i C.

Niz termina o kojima je riječ u *D2* mora očigledno biti takav da se za prvi termin ‚M_1' može pokazati da je smislen bez pomoći ostalih termina iz V_T. U tom slučaju ‚M_1' zadovoljava *D1;* skup K je prazni skup; rečenica S_K ne sadrži deskriptivne termine; ona je logički istinita i zato može biti izostavljena. U najjednostavnijem slučaju te vrste, ‚M_1' se javlja u C-pravilu, kao „masa" i „temperatura" u našim ranijim primjerima. Pretpostavimo da prva tri termina našeg niza pripadaju opisanoj vrsti. Tada za četvrti termin rečenica S_K može sadržavati bilo koji ili sva tri od tih termina. Na taj način možemo nastaviti, korak po korak, do ostalih termina, koji mogu biti sve udaljeniji od izravnog opažanja.

(Nešto jači kriterij koji bi se mogao uzeti u razmatranje dobiven je slijedećom modifikacijom definicije *D1.* Osim rečenice S_M upotrebljena je još jedna rečenica S'_m, koja također sadrži ‚M' kao jedini deskriptivni termin. Zatim je dodano ono što je analogno uvjetu (c) za S'_m, i nadalje ono što je analogno uvjetu (d) s time da S'_m zamjenjuje S_m a negacija od S_0 zamjenjuje S_0. Tako ovdje pretpostavka S_M dovodi do neke opažljive konzekvence, kao u *D1*, ali druga pretpostavka S'_m o M, koja je inkompatibilna sa S_m dovodi do druge opažljive konzekvence. Ipak, jednostavniji kriterij naveden u *D1* izgleda dovoljan kao minimalan zahtjev za posjedovanje smisla.)

U neformalnoj raspravi na početku ovog odjeljka govorio sam o *dedukciji* rečenice S_0 iz određenih premisa. Shodno tome, *D1(d)* zahtijeva da S_0 bude logički implicirana premisama. Međutim, ta jednostavna situacija važi samo ako C-postulati imaju univerzalni oblik, kao što većinom pretpostavljamo u *našoj raspravi. U općenitijem slučaju kada su također statistički* zakoni priznati kao C-postulati (vidi bilješku na kraju odjeljka V) i možda također kao postulati od T, tada je rezultat probabilistička veza između $S_M \cdot S_K$ s jedne strane, i S_0 s druge. U tom slučaju, uvjete (d) i (e) u *D1* treba zamijeniti uvjetom da se vjerojatnost za S_0 obzirom na $S_M \cdot S_K$, pretpostavljajući T i C, razlikuje od vjerojatnosti za S_0 jedino obzirom na S_K.

Ovdje predloženi kriterij je zacijelo vrlo slab. Ali to je rezultat razvoja empirizma u ovim posljednjim desetljećima. Utvrđeno je da su prvotne formulacije tog kriterija prejake i preuske. Zbog toga su, korak po korak, uvedene liberalnije formulacije. Hempel je u svom članku [15] dao jasan pregled tog razvoja. Jedna promjena bila je zamjena principa verifikacije *[verifiability]* slabijim zahtjevom potvrdljivosti *[confirmability]* ili provjerljivosti *[testability]*, kao što je formuliran u mom članku [5]. U vrijeme tog članka još sam vjerovao da svi naučni termini mogu biti uvedeni kao dispozicijski termini na temelju opažajnih termina ili pomoću eksplicitnih definicija ili pomoću takozvanih redukcijskih rečenica, koje tvore vrstu kondicionalne definicije (vidi odjeljak X). Danas mislim, kao i većina empirista, da je veza između opažajnih termina i termina teorijske znanosti mnogo indirektnija i slabija nego što se to smatralo bilo u mojim ranijim formulacijama ili u onima operacionalizma. Stoga kriterij smislenosti za L_T mora također biti vrlo slab.

U raspravama o zahtjevu potvrdljivosti (ili, u ranijim vremenima, verifikacije) katkada se postavljalo pitanje da li je mogućnost događaja koji sačinjava potvrđujuće svjedočanstvo trebalo shvatiti kao logičku mogućnost ili kao uzročnu mogućnost (tj. kompatibilnost sa zakonima prirode ili sa zakonima dane teorije). Prema Schlickovom shvaćanju [22, str. 153], mogućnost treba shvatiti u najširem smislu, kao logičku mogućnost. Njegov je glavni argument bila neodređenost mogućnosti u empirijskom smislu. Ukazao je na to da promatrač ne zna da li su određene radnje za njega empirijski moguće ili nisu. Na primjer, on ne zna da li je u stanju podići taj stol; potpuno je siguran da ne može podići automobil; ali oba događaja su još uvijek zamisliva i moraju se stoga promatrati kao moguće svjedočanstvo. Schlickovo stanovište je bilo da pitanje smislenosti nikada ne smije ovisiti o kontingentnim činjenicama.

S druge strane, Reichenbach i ja [5, str. 423] smo podržavali stanovište da logička mogućnost nije dovoljna, već da je potrebna fizikalna (ili, općenitije, uzročna) mogućnost. Pitanje da li je data rečenica u L_T potvrdljiva mora se uzeti kao relativno u odnosu na teoriju *T*. U ispitivanju takvog pitanja, predloženo svjedočanstvo ili predložena provjera zacijelo se ne mogu prihvatiti ako su inkompatibilni s *T*. Na primjer, na temelju moderne fizike, koja uzima brzinu svjetlosti kao maksimalnu brzinu signala, bilo koja predložena provjera

ili svjedočanstvo koji uključuju signal s većom brzinom ne bi se mogli prihvatiti kao dokaz smisla. Definicija *D1* se temelji na tom shvaćanju. Za konjukciju $S_M \cdot S_K \cdot T \cdot C$ se uvjetom (c) zahtijeva da bude konzistentna. Budući da je S_0 logički implicirana tom konjunkcijom, $S_M \cdot S_K \cdot S_0$ je kompatibilno s *T* i *C* i prema tome uzročno moguće. Međutim, mora se napomenuti da je uzročna mogućnost kako je ovdje shvaćena mnogo slabija od one vrste empirijske mogućnosti koju je Schlick izgleda imao na umu. U Schlickovom primjeru ni podizanje stola ni podizanje automobila nije isključeno našim kriterijem, jer ti događaji nisu inkompatibilni s *T* (i *C*); *T* sadrži samo fundamentalne zakone nauke, dok su oni događaji isključeni jedino našim empirijskim znanjem o tome koje je stvari promatrač u stanju podići.

Sada ću *postaviti pitanje adekvatnosti našeg kriterija u* specifičnijoj terminologiji. Razmotrimo slučaj kada se rječnik V_T sastoji od dva dijela, V_1 i V_2, takvih da su termini u V_1 empirijski smisleni, dok su oni u V_2 potpuno lišeni bilo kakvog *empirijskog značenja. Da bismo te pretpostavke o* V_1 *i* V_2 *uči*nili specifičnijima, pretpostavljamo slijedeće:

(1) Ako su S_1 i S_2 bilo koje rečenice u *L* takve da svi deskriptivni termini od S_1 pripadaju V_1 ili opažajnom rječniku V_0 *a oni od* S_2 *pripadaju* V_2, *onda nijedna od dviju rečenica lo*gički ne implicira drugu, osim ako antecedens nije logički neistinit ili konsekvens logički istinit.

Sada bi predloženi kriterij smislenosti termina u V_T trebalo smatrati preuskim ako bi isključivao neki termin rječnika V_1, a kao preširok ako bi dopuštao neki termin rječnika V_2. On bi bio adekvatan samo ako ne bi bio ni preuzak ni preširok.

Na primjer, možemo zamisliti da V_1 sadrži termine fizike, a da V_2 sadrži besmislene termine spekulativne metafizike tako da važi pretpostavka (1).

Razmotrimo prvo sistem postulata *T'* koji se sastoji od dva dijela, T'_1 i T'_2, T'_1 koji sadrži samo termine rječnika V_1 i T'_2 samo termine rječnika $V_2 \cdot T'_1$ se može, na primjer, sastojati od fundamentalnih zakona fizike, a T'_2 od metafizičkih principa. Kriterij smislenosti koji je adekvatan u ovom posebnom slučaju može se lako dati. Postulat sistema *T* nazivamo ***izoliranim postulatom*** ako njegovo ispuštanje iz *T* ne umanjuje skup rečenica u L_O koje se mogu deducirati iz *T* pomoću C-pravila. Zatim uzimamo termin u V_T kao smislen ako se javlja u C-pravilu ili u ne-izoliranom postulatu od *T*. U sluraju gornjeg sistema T'_1, prema (1), svi postulati od T'_2, i

samo oni, su izolirani; prema tome. svi termini rječnika V_1 i samo oni ispunjavaju upravo spomenut kriterij smislenosti.

Taj kriterij, međutim, nije općenito adekvatan. Na primjer, on ne bi važio za teoriju T'' logički ekvivalentnu T' ali takvu da nijedan postulat od T'' nije izoliran. Oni koji sumnjaju u mogućnost kriterija smislenosti za L_T vjerojatno imaju na umu takvu situaciju. (Hempel raspravlja o sličnom primjeru.) Oni vjeruju da nije moguće dati kriterij za sisteme postulata poput T''. *Ipak, mislim da je kriterij za termine koji* je predložen u odjeljku VI adekvatan za takve slučajeve. Razmotrimo za sistem postulata T'' niz termina koji se tražio u *D2*. Taj niz mora nužno početi fizikalnim terminima rječnika V_1, jer, prema našoj pretpostavci (1), nema *C*-pravila za bilo koji od metafizičkih termina rječnika V_2. Zatim se niz može nastaviti daljnjim fizikalnim terminima, koji su povezani s L_O ne direktno pomoću *C*-pravila, već indirektno pomoću drugih fizikalnih termina. Sada ćemo vidjeti da niz ne može doći do bilo kojeg termina rječnika V_2; prema tome, naš kriterij nije preširok za sisteme kao T''. To ćemo pokazati indirektnim dokazom. Pretpostavljamo da niz dolazi do termina rječnika V_2; neka ‚*M*' bude prvi termin od V_2 u nizu; stoga prethodni termini pripadaju rječniku V_1, i prema tome su smisleni, ‚*M*' je smislen relativno prema skupu *K* prethodnih termina, obzirom na L_T, L_O, T'' i *C*, u smislu definicije *D1*. Intuitivno govoreći, ‚*M*' mora tada biti smislen, u suprotnosti s našom pretpostavkom o V_2. Naš je zadatak da formalno izvedemo proturječnost s pretpostavkom (1).

Prema *D1*(d):

(2) $S_M \cdot S_K \cdot T'' \cdot C \supset S_O$ je logički istinito.

Sada je T'' logički ekvivalentan s T' i time s $T'_1 \cdot T'_2$. Dakle, jednostavnom transformacijom iz (2) dobivamo:

(3) $S_M \cdot T'_2 \supset U$ je logički istinito, gdje *U* predstavlja $S_K \cdot T'_1 \cdot \cdot C \supset S_O$.

Odatle:

(4) $S_M \cdot T'_2$ logički implicira *U*.

Svi deskriptivni termini u $S_M \cdot T'_2$ pripadaju V_2, a oni u *U* pripadaju V_1 ili V_O. Tako je (4) u proturječnosti s (1), jer

(5) $S_M \cdot T'_2$ nije logički istinito (na osnovu *D1*(c)).

(6) *U* nije logički istinito (na osnovu *D1*(e)).

Ovo pokazuje da niz ne može doći do termina rječnika V_2.

Pokazali smo da naš kriterij nije preširok ako je dati skup postulata T'' logički ekvivalentan skupu T' koji se sastoji od dva dijela, jedan od kojih sadrži samo smislene termine

rječnika V_1 a drugi samo besmislene termine rječnika V_2. Situacija bi bila drugačija za teoriju *T* koja ne bi ispunila taj uvjet. U tom slučaju, *T* mora uključivati postulat *A* tako da *A* sadrži termine i iz V_1 i V_2, ali *A* nije logički ekvivalentan konjunkciji $A_1 \cdot A_2$ u kojoj A_1 sadrži samo termine iz V_1, a A_2 samo termine iz V_2. Ali takav bi postulat *A* izrazio stvarnu vezu između termina koji se javljaju u V_2 i onih u V_1. Prema tome, ti termini iz V_2 ne bi bili potpuno lišeni empirijskog smisla, protivno našoj pretpostavci.

To da naš kriterij smislenosti nije preširok ovisi suštinski o slijedećoj odlici naših definicija. U *D2* upućujemo na niz termina i zahtijevamo, u stvari, za smislenost termina ‚*M*' u nizu da je ‚*M*' smislen (u smislu *D1)* u odnosu na skup *K* termina koji prethode ‚*M*' u nizu i za koje je, prema tome, već bilo ustanovljeno da su smisleni. Možemo lako vidjeti da bi kriterij postao preširok ako bismo morali mijenjati *D2* tako da odustanemo od upravo spomenutog zahtjeva. Mnogo određenije, možemo pokazati slijedeće. Besmislen termin ‚M_2' rječnika V_2 može, prema *D1,* biti smislen u odnosu na skup *K* koji sadrži, pored termina rječnika V_1, i neki besmisleni termin rječnika V_2 različit od ‚M_2', recimo ‚M'_2'. Pokazat ćemo to prvo neformalno. Presudno je to da sada, za razliku od naše definicije *D2,* možemo imati kao dodatnu pretpostavku S_K rečenicu koja povezuje besmisleni termin ‚M'_2' sa smislenim (fizikalnim) terminom rječnika V_1, recimo ‚M_1'. Može postojati (metafizički) postulat A_2 od *T* koji povezuje M_2 s M'_2. Pomoću tog postulata, možemo izvesti iz pretpostavke S_M jedino o M_2 rečenicu o M'_2; iz toga s gore spomenutom rečenicom S_K možemo izvesti fizikalnu rečenicu o M_1, a iz toga s odgovarajućim *C*-pravilom neku opažajnu rečenicu.

Formalno izvođenje je slijedećeg oblika. Uzimamo kao postulat od *T:* (A_2) Za svaku prostorno-vremensku točku, vrijednost od M'_2 je veća za jedan od one od M_2.
Uzimamo kao primjer *C*-pravila:

$$(C_1)\ M_1\ (a') = 5 \supset S_O,$$

gdje je a' skup koordinata koje odgovaraju lokaciji o kojoj je riječ u S_O. Konačno, uzimamo S_K i S_M na slijedeći način:

$$(S_K)\ M_1\ (a') = M'_2\ (a'),$$

$$(S_M)\ M_2\ (a') = 4$$

Sada iz S_M s A_2 možemo izvesti:

(i) $$M'_2\ (a') = 5,$$

iz toga s S_K:

(ii) $$M_1\ a' = 5,$$

i iz toga s C_1:

(iii) $$S_O$$

Tako je uvjet *(d)* u *D1* ispunjen. Prema tome, ‚M_2' je smislen u odnosu na skup *K* termina ‚M_1' i ‚M'_2'.

Upravo smo vidjeli da, u definiciji smislenosti ‚*M*' u odnosu na *K*, ne smijemo dopustiti besmisleni termin u *K* i time u dodatnoj pretpostavci S_K, jer bi se inače mogla izvesti neka opažajna rečenica, koja bi dovela do privida smislenosti. To je, doduše, isključeno pomoću *D2*. Međutim, *D1* dopušta druge premise za izvođenje koje sadrže besmislene termine, naime, postulate od *T*. Nisu samo postulati koji sadrže smislene termine iz V_1 i dotični termin ‚*M*' dopušteni već također i postulati koji sadrže bilo koje termine iz V_2. Ne bi li to moglo dovesti do privida smislenosti za neki stvarno besmislen termin ‚*M*' kao što bi dovela upotreba besmislenih termina u S_K? *U gornjem primjeru* S_K *je povezao besmisleni termin* ‚M'_2' sa smislenim terminom ‚M_1' i ta činjenica je dovela do nepoželjnog rezultata. Upotrijebiti *T* dovelo bi do istog rezultata kada bi postulat od *T* uspostavio vezu između tih termina. Na primjer, postulat bi mogao omogućiti rečenicu „$M_1(a') = M'_2(a')$" koja je bila upotrebljena kao S_K u ranijem primjeru. Tako bi se ista opažajna rečenica S_O mogla izvesti iz S_M čak i bez upotrebe neke druge pretpostavke S_K. Alternativno, postulat bi mogao tvrditi vezu između ‚M'_2' i ‚M_1' u kondicionalnom obliku, koji bi, iako slabiji, također omogućio izvođenje neke opažajne rečenice. Da li tada činjenica što *D1 dopušta upotrebu svih postulata T čini tu definiciju neadekvatnom?* Ne, jer je javljanje postulata koji proizvodi stvarnu vezu između nekog termina iz V_1 i nekog iz V_2 isključeno našom pretpostavkom da su termini iz V_1 smisleni, a da su oni iz V_2 besmisleni. Pomoću takvog postulata, termin iz V_2 (u našem primjeru to je ‚M'_2') dobio bi izvjestan stupanj empirijskog smisla, kao što smo opazili ranije u ovom odjeljku u vezi s postulatom *A*. Suštinska razlika između dva slučaja je slijedeća. Ako rečenica koja povezuje smisleni termin s nekim drugim terminom na nerazdvojiv način (npr. nekom jednadžbom, implikacijom, disjunkcijom ili slično, za razliku od konjunkcije, koja se može rastaviti na svoje komponente) predstavlja postulat ili je dokaziva na temelju postulata, onda se za nju tvrdi da važi fizikalnom nužnošću; prema tome, ona donosi neki empirijski smisao drugom terminu. S druge strane, ako ta ista rečenica nije dokaziva već je samo upotrebljena kao dodatna pretpostavka S_K u *D1*, tada ona nema tu posljedicu; ona čak ne mora biti ni istinita.

Prethodna razmatranja su pokazala da naš kriterij smislenosti, formuliran u *D1* i *D2*, nije previše liberalan. On ne

dopušta neki termin potpuno lišen empirijskog smisla. Sada ćemo razmotriti pitanje da li bi kriterij mogao biti preuzak. Pretpostavimo da termin ‚*M*' ima neki empirijski smisao. Tada će biti moguće izvesti neku opažajnu rečenicu iz odgovarajuće pretpostavke *S* koja uključuje ‚*M*' i druge termine. Može li se tada još uvijek dogoditi da naš kriterij isključi ‚*M*'? Definicije *D1* i *D2*, dok dopuštaju uključivanje svih postulata *T* i *C* među premise za izvođenje opažajnih rečenica, dopuštaju, osim toga, samo dvije rečenice S_K i S_M, za koje su navedena posebna ograničenja, osobito slijedeća: (1) S_K može sadržati samo termine iz V_T koji su različiti od ‚*M*' i moraju biti smisleni; stoga slijedeći termini nisu dopušteni u S_K:

(*a*) termini iz V_2,

(*b*) termini iz V_O,

(*c*) termin ‚*M*'.

(*2*) S_M sadrži ‚*M*' kao jedini deskriptivni termin.

Sada ćemo ispitati da li su ta ograničenja uža nego što je potrebno i mogu li time dovesti do isključivanja nekog smislenog termina ‚*M*'.

1a. Ranije smo ustanovili da je nužno isključiti termine rječnika V_2 iz S_K, jer bi inače kriterij postao preširok.

1b. Da li je nužno isključiti opažajne termine V_O iz premisa? Ne bi li moglo biti da, za izvođenje neke opažajne konkluzije S_O iz S_m, trebamo, osim *T*, *C* i pretpostavke S_K u teorijskoj terminologiji, još i neku pretpostavku u opažajnoj terminologiji, recimo S'_O? To bi lako mogao biti slučaj. Ali tada se kondicionalna rečenica $S'_O \supset S_O$ može izvesti iz premisa specificiranih u D_1, a to je rečenica u L_O. Tako bi ‚*M*' zadovoljilo *D1*, s tim da kondicionalna rečenica preuzima mjesto od S_O.

1c i *2.* Uvjet (*a*) u *D1* zahtijeva da S_M sadrži ‚*M*' kao jedini deskriptivni termin. Moglo bi se postaviti pitanje nije li taj zahtjev prejak. Ne bi li moglo doći do slijedeće situacije? ‚*M*' i termini iz *K* su smisleni, a S_O se zaista može izvesti pomoću *T* i *C* iz neke pretpostavke *S* koja ne sadrži druge deskriptivne termine osim ‚*M*' i termine iz *K*, ali *S* se ne može rastaviti na dvije rečenice S_M i S_K takve da S_M sadrži samo ‚*M*' a da S_K ne sadrži ‚*M*'. Pretpostavimo da rečenica *S* upućuje na prostorno-vremenske točke određenog prostorno-vremenskog područja *a'*. Tada možemo formirati rečenice S_M i S_K koje ispunjavaju zahtjeve iz *D1* na slijedeći način. Budući da se pretpostavlja da je *S* kompatibilno s *T* i *C*, mora postojati neka moguća raspodjela vrijednosti od *M* za prostorno-vremenske točke područja *a'*, koja je kompatibilna s *T*, *C* i *S*. Neka ‚*F*' bude logička konstanta, koja označava matematičku funkciju

koja predstavlja takvu raspodjelu vrijednosti. Tada uzimamo slijedeću rečenicu kao S_M: „Za svaku prostorno-vremensku točku u *a'*, vrijednost od *M* je jednaka onoj od *F*." Ta rečenica S_M je kompatibilna s $T \cdot C \cdot S$. Zatim uzimamo kao S_K rečenicu formiranu iz *S* zamjenjivanjem deskriptivnog termimina ‚*M*' logičkom konstantom ‚*F*'. Tada S_M sadrži ‚*M*' kao jedini deskriptivni termin a S_K sadrži samo termine iz *K*. Osim toga, *S* je logički implicirana od S_M, a $S_K \cdot S_0$ je logički implicirano od $S \cdot T \cdot C.$, prema našoj pretpostavci, a stoga također i od $S_M \cdot S_K \cdot T \cdot C$. Prema tome, ‚*M*' zadovoljava definiciju *D1*.

Tako nismo pronašli točku u kojoj je naš kriterij preuzak.

VIII *Kriterij smislenosti za teorijske rečenice*

Slijedeća dva problema usko su povezana jedan s drugim: prvo, problem kriterija smislenosti za deskriptivne konstante, i drugo, problem logičkih formi koje rečenicama treba dopustiti. Za teorijski jezik, povezanost tih problema je veća nego za opažajni jezik. U ovom drugom, možemo odlučiti da imamo primitivne predikate kao „plav", „hladan", „topliji nego", i slične, dok smo još uvijek neodlučni u pogledu formi rečenica, osobito općih rečenica, i strukture logike koju treba ugraditi u jezik. S druge strane, ako želimo imati termine kao „temperatura", „elektromagnetsko polje", itd. kao primitivne termine u L_T, onda su nam potrebni i prihvaćeni postulati za njih, i prema tome moramo dopustiti izraze s realnim brojevima, opće rečenice s varijablama realnih brojeva, itd.

Čini mi se da je najbolji slijedeći pristup problemu kriterija smislenosti za rečenice. Najprije tražimo rješenja za dva gore spomenuta problema, a zatim uzimamo najliberalniji kriterij smislenosti za rečenice koji je kompatibilan s tim rješenjima. To će reći, mi tada prihvaćamo kao smislenu rečenicu bilo koji izraz koji ima bilo koju od dopuštenih logičkih formi i sadrži samo one deskriptivne konstante koje su smislene. (Upotrijebio sam sličan pristup za L_0 u [5].) Predlažem da se taj postupak primijeni sada na L_T.

Kriterij smislenosti za deskriptivne termine dat je u odjeljku VI. Neka od pitanja koja se tiču logičkih formi rečenica raspravljana su u odjeljku IV, osobito pitanje o vrstama varijabli koje treba dopustiti u univerzalne i egzistencijalne kvantifikatore. Odlučili smo da dopustimo barem one vrste varijabli i oblike rečenica koji su suštinski za klasičnu matematiku. Ne specificirajući ovdje pojedinosti pravila, sada ćemo pretpostaviti da su logičke forme rečenica odabrane na temelju razmatranja u odjeljku IV i da su pravila formiranja za

L_T iznesena u skladu s tim izborom. Zatim, primjenjujući gore predloženi postupak, definiramo kako slijedi:

D3. Izraz *A* iz L_T je *smislena rečenica* iz L_T = df

(*a*) *A* zadovoljava pravila formiranja od L_T,

(*b*) svaka deskriptivna konstanta u *A* je smisleni termin (u smislu *D2*).

Postupak upotrebljen u toj definiciji mogao bi možda izgledati očiglednim. Međutim, bliže ispitivanje pokazuje da to *nije slučaj. U stvari, ovaj oblik definicije (neovisno od pitanja njezinog sadržaja,* tj. izbora posebnih pravila formiranja i posebnih kriterija smislenosti za termine) nije u skladu s određenim vrlo uskim kriterijima smislenosti koji su katkada predlagani. Na primjer, mogućnost verifikacije kao uvjet za smislenost neke rečenice katkada se shvaćala u strogom smislu stvarne mogućnosti provođenja postupka koji bi doveo ili do verifikacije ili do opovrgavanja te rečenice. Prema tom kriteriju, u suprotnosti s *D3*, smislenost rečenice ne ovisi samo o njenoj logičkoj formi i prirodi deskriptivnih konstanti koje se u njoj javljaju, već također o lokaciji u prostoru i vremenu o kojoj je riječ i o razvoju tehnike. Na primjer, primjenjujući taj uski kriterij neki empirist bi smatrao smislenom rečenicu koja pripisuje neko opažljivo svojstvo *P* tijelu u njegovom laboratoriju, dok bi odbacio kao besmislenu drugu rečenicu koja pripisuje isto svojstvo tijelu koje nije dostupno njemu ili nije dostupno nijednom ljudskom biću, npr. zbog tehničkih poteškoća ili udaljenosti u prostoru i vremenu.

Međutim, čak i u vrijeme Bečkog Kruga, nismo interpretirali princip verifikacije u tom uskom smislu. Naglašavali smo da je princip zahtijevao ne stvarnu mogućnost ustanovljavanja istinitosti ili neistinitosti, već samo mogućnost *u principu*. Ovom kvalifikacijom namjeravali smo dopustiti slučajeve u kojima je ustanovljavanje onemogućeno samo zbog tehničkih ograničenja ili zbog udaljenosti u prostoru ili vremenu. Prihvatili smo, na primjer, rečenicu o planini na drugoj strani Mjeseca kao smislenu. Naveli smo opće pravilo da, ako se opis nekog događaja u našoj blizini smatra smislenim, onda se neki analogan opis događaja u prethistorijskim vremenima, ili događaja na zemlji prije postojanja ljudskih bića, ili prije postojanja bilo kakvih organizama, ili u budućnosti kada ljudska bića više neće postojati, mora isto tako prihvatiti kao smislen. Na temelju ovog shvaćanja, prostorno-vremenska lokacija koja se spominje u rečenici smatrana je irelevantnom za pitanje smislenosti; to je u skladu s *D3*.

Ako se prihvati *D3* i ako su u skladu s našim ranijim razmatranjima u odjeljku IV, sve konstante, varijable i forme

rečenica klasične matematike dopuštene u L_T, onda je skup smislenih rečenica od L_T vrlo obuhvatan. Moramo uvidjeti da on uključuje određene rečenice za koje nikakvo opažajno svjedočanstvo ne može nikada biti relevantno, na primjer rečenica: „Vrijednost veličine *M* u određenoj prostorno-vremenskoj točki je racionalan broj", gdje je ‚*M*' smisleno. Ali svaki fizičar bi odbacio jezik fizike koji bi bio toliko ograničen da bi takve i slične rečenice bile isključene. On bi njihovo uključivanje smatrao zanemarivom cijenom koju treba platiti za veliku prednost upotrebe klasične matematike u cjelosti. Čini mi se da se ne mogu postaviti ozbiljne primjedbe protiv ovih rečenica, jer je u svakom slučaju moguće dati neku opažajnu interpretaciju samo za mali dio rečenica iz L_T. Ne bismo smjeli zahtijevati više nego da za takvu veličinu postoje određene rečenice koje imaju neki utjecaj na predviđanje opažljivih događaja i da tako sama veličina ima neki stupanj opažajnog smisla.

Želim naglasiti da svrha predloženog kriterija za smislenost rečenica nije u osiguravanju plodnosti *T*. Ako svi termini iz V_T zadovoljavaju *D2* a postulati *T* su u skladu s pravilima formiranja, onda se ti postulati zaista smatraju smislenima. Ali to se ni u kom slučaju ne smije shvatiti kao da implicira da *T* mora tada biti naučno zadovoljavajuća teorija. *T* može još uvijek sadržavati postulate koji su od vrlo malo koristi s naučnog stanovišta. Ali pitanje naučne plodnosti rečenica i teorije mora se jasno razlikovati od pitanja empirijske smislenosti. Nema oštre granične linije između plodnih i beskorisnih hipoteza ili teorija: to je više stvar stupnja. Izgleda čak neizvjesno da li je moguće na potpuno općenit način, formulirati definiciju kvantitativnog stupnja plodnosti naučne teorije.

Treba napomenuti da se kriterij smislenosti za L_T ne može jednostavno ugraditi u pravila formiranja. Ta pravila utvrđuju samo forme rečenica a ne izbor primitivnih deskriptivnih termina. Smisao tih termina ovisi o drugim pravilima od L_T, naime, o spisku postulata *T* i *C*-postulata i o pravilima logičke dedukcije, kao što pokazuje letimičan pogled na bitni uvjet *(d)* u *D1*. (Pravila dedukcije mogu biti data ili u sintaktičkoj formi, kao pravila izvođenja u nekom računu, ili u semantičkoj formi, pomoću logičke implikacije. U *D1* sam upotrijebio ovu drugu formu jer je mnogo obuhvatnija; ona pretpostavlja pravila koja specificiraju modele i dosege koja nisu data u ovom članku.)

Među deskriptivnim terminima koji ne pripadaju opažajnom jeziku L_0 postoje dvije vrste, koje bih sada, za razliku od svog ranijeg shvaćanja, želio promatrati kao bitno različite. Jedna vrsta su teorijski termini, koje smo potanko raspravili u ovom članku. Drugu vrstu ću nazvati (čistim) dispozicijskim terminima. Po mom mišljenju, oni zauzimaju srednji položaj između opažajnih termina iz L_0 i teorijskih termina; čvršće su povezani s onim prvima nego s ovim drugima. Naziv opažajni jezik može se shvatiti u užem ili u širem smislu; opažajni jezik u širem smislu uključuje dispozicijske termine. U ovom članku uzimam opažajni jezik L_0 u užem smislu. Svi primitivni predikati u tom jeziku označuju izravno opažljiva svojstva ili odnose opažljivih stvari ili događaja; a neprimitivni termin je dopušten u L_0 samo ako se može definirati na temelju primitivnih termina pomoću eksplicitne definicije u ekstenzionalnoj formi, tj. ne uključujući ni logičke ni uzročne modalnosti. *Prošireni opažajni jezik* L'_0 je izgrađen iz prvotnog opažajnog jezika L_0 dodavanjem novih termina na način koji će se sada opisati. Pretpostavimo da postoji opća pravilnost u ponašanju date stvari da, kad god uvjet *S* važi za tu stvar ili za njezinu okolinu, na stvari se javlja događaj *R*. U tom slučaju reći ćemo da ta stvar ima dispoziciju da na *S* reagira s *R*, ili ukratko, da ima svojstvo D_{SR}. Na primjer, elastičnost je dispozicija ove vrste; neku stvar nazivamo elastičnom ako pokazuje slijedeću pravilnost: uvijek kad je lagano deformirana i zatim puštena (*S*), ona ponovo poprima svoj prvotni oblik (R). Ili, neka životinja može imati dispoziciju da reagira na svjetlost u nekoj inače tamnoj okolini (*S*), tako da se približava svjetlosti (*R*). Prema tome, *S* je katkada podražaj, a *R* je reakcija karakteristična za dotičnu dispoziciju (ako si dozvolimo da upotrebljavamo termine ‚podražaj' i ‚reakcija' ne samo u njihovom doslovnom smislu primijenjenom na određene procese u organizmima kao u zadnjem primjeru, već u širem smislu i na procese u anorganskim tijelima). Kada su oba, *S* i *R* specificirani, tada je smisao dispozicijskog pojma D_{SR} time u potpunosti označen. Ako oba *S* i *R* mogu biti opisana u L'_0, onda dopuštamo uvođenje dispozicijskog termina ‚D_{SR}' kao novog predikata u L'_0. Uvođenje prvih dispozicijskih termina u L'_0 mora biti takvo da se u svakom slučaju i *S* i *R* mogu izraziti u L_0. Ali jednom kada su neki dispozicijski termini uvedeni na taj način, tada se daljnji dispozicijski termini mogu uvoditi na taj način da se *S* i *R* opišu upotrebljavajući ne samo termine iz L_0 već također i ranije uvedene dispozicijske termine iz L'_0.

(Ovdje nećemo raspravljati o mogućim oblicima za pravilo kojim se dispozicijski termin uvodi na temelju danih S i R. To uključuje neke tehničke pojedinosti koje nisu nužne za našu sadašnju raspravu. Samo ću spomenuti dva različita oblika takvih pravila koja su bila predložena. Prvi se sastoji od takozvanih redukcijskih rečenica koje sam predložio u [5]. One predstavljaju neku vrstu kondicionalne definicije koja upotrebljava samo istinosno-funkcionalne veznike, ali nikakve modalnosti. Druga metoda upotrebljava eksplicitnu definiciju posebnog oblika, koja uključuje logičke i uzročne modalnosti; točan oblik definicija te vrste zasada još nije dovoljno razjašnjen, o njemu se još uvijek raspravlja.)

Katkada se koriste višestruke dispozicije: $D_{S_1R_1, S_2R_2, \ldots, S_nR_n}$ je dispozicija da se reagira na S_1 s R_1, na S_2 s R_2, ..., i konačno na S_n s R_n. (U [5] sam predložio uvođenje pojma te vrste pomoću nekoliko parova redukcijskih rečenica.) Međutim, izgleda da treba preferirati dopuštanje samo jednostavnih dispozicija. Nešto slično višestrukoj dispoziciji može se još uvijek izraziti konjunkcijom jednostavnih dispozicija. Bridgman je naglasio da se, strogo govoreći, za jedan pojam ne može dati više od jednog postupka provjeravanja. Ako specificiramo, recimo za „električni naboj“, tri postupka provjeravanja, onda smo time dali operacionalne definicije za tri različita pojma; oni se moraju označiti s tri različita termina koji nisu logički ekvivalentni. Dok je riječ o dispozicijskim pojmovima, za razliku od teorijskih termina, složio bih se s Bridgmanom u tom pogledu.

Razmotrimo sada jednu značajnu posebnu vrstu dispozicije. Neka L''_0 bude taj podjezik od L'_0, u kojem je uvođenje dispozicijskog termina ‚D_{SR}' dopušteno samo ako su S i R takvi da je promatrač u stanju proizvesti uvjet S po želji (barem u pogodnim slučajevima) i da je u stanju otkriti odgovarajućim eksperimentima da li se događaj R javlja ili ne. U tom slučaju pomoću specificiranja S i R, dat je *postupak provjeravanja* za dispoziciju D_{SR}. Taj postupak sastoji se u proizvođenju *uvjeta provjeravanja* S a potom utvrđivanju da li se *pozitivan rezultat provjeravanja* R javlja ili ne. Ako promatrač za određenu stvar ustanovi dovoljan broj pozitivnih slučajeva, u kojima je S praćeno od R, i nijedan negativan slučaj, tj. S praćeno od ne-R, on smije induktivno zaključiti da ta opća pravilnost važi i, prema tome, da predmet posjeduje dispoziciju D_{SR}. Nazovimo dispoziciju te vrste „provjerljivom dispozicijom“. Skup *provjerljivih svojstava* uključuje opažljiva svojstva i provjerljive dispozicije. Svi predikati u L''_0 označuju provjerljiva svojstva. Manipulacije kojima eksperimenta-

tor proizvodi uvjet provjeravanja S katkada se nazivaju *operacijama provjeravanja.* Uvođenje D_{SR} specificiranjem operacija provjeravanja i karakterističnog rezultata R katkada se stoga naziva *operacionalnom definicijom.* U stvarnosti nema oštre linije između opažljivih svojstava i provjerljivih dispozicija. Opažljivo svojstvo se može smatrati jednostavnim posebnim slučajem provjerljive dispozicije; na primjer, operacija za utvrđivanje da li je predmet plav ili pištav ili hladan, sastoji se jednostavno u gledanju ili slušanju ili dodirivanju stvari. Ipak, u rekonstrukciji jezika čini se prikladnim uzeti neka svojstva za koja je postupak provjeravanja krajnje jednostavan (kao u tri upravo spomenuta primjera) kao direktno opažljiva i koristiti ih kao primitivne termine u L_0.

Često je bilo zastupano stanovište, osobito od strane empirista, da se samo termini upravo opisane vrste, smiju smatrati empirijski smislenima. Tako je provjerljivost bila uzeta kao kriterij smislenosti. *Princip operacionalizma* kaže da je neki termin empirijski smislen samo ako se za njega može dati neka operacionalna definicija. Zahtjevi provjerljivosti i operacionalizma kako su ih različiti autori prikazivali, usko su povezani jedan s drugim i razlikuju se jedino u manjim pojedinostima i u naglasku. (U mojem gornjem pojednostavljujućem prikazu oni čak izgledaju identični.) Princip operacionalizma, koji je prvi u fizici predložio Bridgman i koji je zatim bio primijenjen i u drugim poljima znanosti, uključujući psihologiju, imao je u cijelosti koristan učinak na postupke formiranja pojmova koje upotrebljavaju znanstvenici. Princip je doprinio razjašnjenju mnogih pojmova i pomogao je da se eliminiraju nejasni ili čak neznanstveni pojmovi. S druge strane, moramo danas uvidjeti da je princip preuzak.

Lako se može vidjeti da zahtjevi provjerljivosti i operacionalizma isključuju neke empirijski smislene termine. Pretpostavimo da su ‚S' i ‚R' oba provjerljivi i, prema tome, prihvaćeni kao smisleni od strane nekog znanstvenika koji uzima provjerljivost kao kriterij smislenosti. Budući da je sada smisao termina ‚D_{SR}' dan specificiranjem S i R, on ne može imati nikakav dobar razlog da odbaci taj termin kao besmislen, čak i ako se uvjet S ne može proizvesti po želji. U tom slučaju, D_{SR} nije provjerljiv; ali S se može još uvijek javiti spontano i tada, otkrivanjem R ili ne-R, promatrač može ustanoviti da li D_{SR} važi ili ne. Prema tome, čini se da je bolje ne nametati ograničenja kao u L''_0, već dozvoliti opći postupak kao u L'_0: počinjemo s opažljivim svojstvima i dozvoljavamo uvođenje bilo koje dispozicije D_{SR}, pod uvjetom da su S i R već izrazivi u našem jeziku L'_0.

(U [5] sam dao primjer smislenog ali ne i provjerljivog termina (str. 462) upravo opisane vrste. Tamo (§ 27) sam izrazio svoju veću sklonost za općenitiji postupak (kao u L'_0) u usporedbi s onim koji je ograničen zahtjevom provjerljivosti (kao u L''_0). Kasnije je razmatranjem teorijskih pojmova (vidi slijedeći odjeljak ovog članka) postalo jasnije da je potrebna daleko šira liberalizacija operacionalizma; to je naglasio Feigl u [7] i [10] i Hempel u [16] i [17].

X *Razlika između teorijskih termina i čistih dispozicijskih termina*

Danas mislim da je za većinu termina u teorijskom dijelu znanosti, a osobito u fizici, primjerenije i također više u skladu sa stvarnom upotrebom od strane znanstvenika da ih se rekonstruira kao teorijske termine u L_T prije nego kao dispozicijske termine u L'_0. Izbor oblika rekonstrukcije do neke mjere ovisi o interpretaciji koju tom i tom terminu želimo dati, a ta interpretacija nije jednoznačno određena prihvaćenim formulacijama u znanosti. Isti termin, recimo „temperatura", može se interpretirati, kao što ga ja interpretiram, na takav način da ne može biti prikazan u L'_0 već samo u L_T; a, s druge strane, on se također može interpretirati, na primjer, od strane nekog operacionalista, na takav način da ispunjava zahtjev operacionalizma. Sada ću objasniti razloge za moje sadašnje stanovište, koje se razlikuje od onog iznesenog u [5].

Dispozicijski termin kao ‚D_{SR}' uveden općom metodom koja je opisana u posljednjem odjeljku (za L'_0) može se nazvati „čistim dispozicijskim terminom" da bi se naglasilo da on ima slijedeća karakteristična obilježja po kojima se razlikuje od termina u L_T:

1. Do termina se može doprijeti od predikata za opažljiva svojstva u jednom koraku ili u više koraka opisanog postupka.

2. Specificirani odnos između S i R sačinjava cjelokupni smisao termina.

3. Pravilnost koja uključuje S i R, na kojoj je zasnovan termin, zamišljena je kao univerzalna, tj. da važi bez iznimke.

Prva karakteristika razlikuje čisti dispozicijski termin kao ‚D_{SR}' od ostalih dispozicijskih termina koji su analogni ‚D_{SR}' ali su uvjet S i karakteristični rezultat R formulirani u L_T a ne u L_0 ili L'_0: (Moglo bi ih se nazvati „teorijskim dispozicijskim terminima"; o njima nećemo dalje raspravljati.) Druga karakteristika razlikuje ‚D_{SK}' od bilo kojeg teorijskog termina,

jer ovaj drugi nije nikada potpuno interpretiran. U [5] sam priznao tu „otvorenu“ narav naučnih termina, tj. nepotpunost njihove interpretacije. U to vrijeme pokušao sam uvažiti tu otvorenost tako što sam dopustio dodavanje daljnjih dispozicijskih pravila (u obliku redukcijskih rečenica; vidi moje napomene u odjeljku IX gore o višestrukim dispozicijama). Sada mislim da je otvorenost adekvatnije prikazana u L_T; kad god su dana dodatna *C*-pravila ili dodatni postulati, interpretacija termina može biti pojačavana a da se nikada ne dovede do kraja.

Treća karakteristika dovodi do slijedeće važne konzekvence:

(i) Ako stvar *b* ima dispoziciju D_{SR} i uvjet *S* je ispunjen za *b*, onda logički slijedi da rezultat *R* važi za *b*.

Dakle:

(ii) Ako *S* važi za *b*, ali *R* ne važi, onda *b* ne može imati dispoziciju D_{SR}. Tako iz premise u L'_O koja ne uključuje D_{SR}, izvediva je barem negativna rečenica o D_{SR}. Za teorijski termin, recimo ‚*M*‘ situacija je drugačija. Neka S_M bude rečenica koja sadrži ‚*M*‘ kao jedini deskriptivni termin. U situaciji opisanoj u *D1* u odjeljku VI S_O je izvediva iz S_M i S_K (pomoću *T* i *C*, za koje se može smatrati da pripadaju pravilima jezika L_T) i prema tome je ne-S_M izvediv iz ne-S_O i S_K. Budući da S_K nije prevediv u L_O ili L'_O, situacija je ovdje različita od one u (ii). Istina je da, za termin ‚*M*‘ koji se javlja u *C*-pravilima, postoje rečenice S_M i S_O takve da se S_O može izvesti jedino iz S_M bez potrebe za drugom premisom S_K; a odatle je ne- S_M, izvedivo iz ne-S_O, tako da je situacija slična onoj u (ii). Međutim, to važi samo za rečenice vrlo posebne vrste. Većina rečenica samo o *M*, čak i ako je ‚*M*‘ termin koji se javlja u *C*-pravilu, takve su da nijedno *C*-pravilo nije direktno primjenljivo, i prema tome je izvođenje neke opažajne rečenice mnogo indirektnije i zahtijeva dodatne premise u L_T, kao S_K. Razmotrimo, na primjer, termin „masa“, koji je jedan od fizikalnih termina najuže povezanih s opažajnim terminima. Mogu postojati C-pravila za „masu“ (vidi primjer u odjeljku V). Ali nijedno *C*-pravilo nije direktno primjenljivo na rečenicu S_M koja pripisuje određenu vrijednost mase danom tijelu, ako je vrijednost ili tako mala da tijelo nije direktno opažljivo ili tako velika da promatrač ne može baratati tim tijelom. (U odjeljku V sam spomenuo mogućnost probabilističkih *C*-pravila. Ako sva C-pravila imaju tu formu, onda se nijedna teorijska rečenica ne može deducirati iz rečenica u L_O ili L'_O. Tako u jeziku te vrste razlika između čistih dispozicijskih termina i teorijskih termina postaje još upadljivija.)

Vidjeli smo da su čisti dispozicijski termini i teorijski termini potpuno različiti po njihovim logičkim i metodološkim karakteristikama. Kojoj od ove dvije vrste pripadaju naučni termini? Za termine teorijske fizike oba su shvaćanja zastupljena među vodećim fizičarima. Bridgman ih interpretira na takav način da ispunjavaju zahtjev operacionalizma i tako su u biti dispozicije. S druge strane, Henry Margenau naglašava važnost metode uvođenja tih termina pomoću postulata i povezivanja samo određenih iskaza koji ih uključuju s iskazima o opažljivim entitetima; u tom shvaćanju oni su teorijski termini.

Čini mi se da se interpretacija naučnih termina kao čistih dispozicija ne može lako pomiriti s određenim uobičajenim načinima njihove upotrebe. Prema (ii), negativni rezultat provjere za dispoziciju mora se uzeti kao konkluzivan dokaz da dispozicija nije prisutna. Ali znanstvenik će, kada se suoči s negativnim rezultatom provjere određenog pojma, često još uvijek tvrditi da on važi, ukoliko ima dovoljno pozitivnog svjedočanstva da prevagne nad jednim negativnim rezultatom. Na primjer, neka I_0 bude svojstvo žice koja u trenutku t_0 ne provodi električnu struju jaču od 0.1 ampera. Ima mnogo postupaka provjere za to svojstvo, a među njima je jedan kod kojeg se provjeravajući uvjet S sastoji u prinošenju magnetne igle u blizinu žice, a karakterističan rezultat R je činjenica da magnetna igla nije odstupila od svog normalnog pravca više od određenog iznosa. Uzmimo da promatrač na osnovu eksperimentalnog sklopa pretpostavlja da I_0 važi, na primjer, zato što on ne vidi nijedan od običnih izvora struje a postigao je, osim toga, pozitivne rezultate nekim drugim provjerama za I_0 (ili za neko fizikalno ekvivalentno svojstvo). Tada se može desiti da on ne odustane od pretpostavke o I_0 čak i ako gore spomenuta provjera sa S i R dovede do negativnog rezultata, tj. do jakog odstupanja igle. On može tvrditi I_0 jer je moguće da je negativni rezultat nastupio uslijed nekog nezapaženog faktora koji remeti situaciju; na primjer, odstupanje igle može biti uzrokovano skrivenim magnetom a ne strujom u žici. Činjenica da znanstvenik još uvijek uzima za istinu I_0 usprkos negativnom rezultatu, naime, S i ne-R, pokazuje da on ne uzima I_0 kao čistu dispoziciju D_{SR} karakteriziranu sa S i R, jer, prema (ii), ta dispozicija je logički inkompatibilna s tim negativnim rezultatom. Znanstvenik će ukazati na to da postupak provjere za I_0 utemeljen na S i R ne bi trebalo smatrati apsolutno pouzdanim, već samo s podrazumijevanjem „ukoliko nema faktora koji remete situaciju“ ili „pod uvjetom da je okolina u normalnom stanju“. Općenito, eksplicitno ili

implicitno uključivanje takve jedne rečenice koja dopušta izlaz u opisu postupka provjere za pojam *M* pomoću uvjeta *S* i rezultata *R* pokazuje da *M* nije čista dispozicija D_{SR}. Također, naziv „operacionalna definicija" za opis postupka provjere u ovom slučaju nije primjeren; pravilo za primjenu nekog termina koje dopušta moguće izuzetke ne bi trebalo nazivati *„definicijom"*, jer *ono očigledno nije potpuna specifikacija značenja* tog termina.

S *druge strane, ako je dotični termin, na primjer,* 'I_0' teorijski termin, onda opis postupka provjere koji uključuje *S* i *R može* bez teškoća dopuštati iznimke u slučaju neuobičajenih faktora koji remete situaciju. Na primjer, može biti moguće iz postulata *T*, *C*-pravila i činjeničkih premisa o uobičajenim okolnostima u laboratoriju izvesti zaključak da, ako nema jake struje, neće biti jakog odstupanja igle, osim u slučaju neuobičajenih okolnosti poput magnetskog polja iz drugog izvora, jakog strujanja zraka ili nečeg sličnog.

Tako, ako je znanstvenik odlučio da upotrebljava određeni termin '*M*' na takav način, da za određene rečenice o *M*, bilo kakvi mogući opažajni rezultati nikada ne mogu biti apsolutno konkluzivno svjedočanstvo već u najboljem slučaju *svjedočanstvo koje daje visoku vjerojatnost, onda odgovarajuće* mjesto za '*M*' u dvojezičkom sistemu kao što je naš sistem L_O-L_T *jest* u L_T *prije nego li* u L_O ili L'_O.

XI *Psihološki pojmovi*

Metoda rekonstrukcije jezika nauke pomoću dvojne sheme koja se sastoji od opažajnog jezika L_O i teorijskog jezika L_T i razlika između čistih dispozicija i teorijskih pojmova bila je do sada u ovom članku ilustrirana uglavnom primjerima uzetim iz fizike. U historijskom razvoju znanosti fizika je zaista bila ono polje u kojem je prvi puta bila sistematski upotrebljavana metoda uvođenja termina pomoću postulata bez potpune interpretacije. Početna faza tog razvoja može se možda *vidjeti u klasičnoj mehanici osamnaestog stoljeća; njezina je* narav postala jasnije uočljiva u devetnaestom stoljeću, osobito u Faraday-Maxwellovoj teoriji elektromagnetskog polja i kinetičkoj teoriji plinova. Najveća i najplodnija primjena je nađena u teoriji relativnosti i u kvantnoj teoriji.

Danas vidimo početke sličnog razvoja u drugim područjima znanosti i ne može biti nikakve sumnje da će tu također opsežnija upotreba te metode dovesti vremenom do teorija s mnogo većim mogućnostima za objašnjenje i predviđanje od

onih teorija koje se strogo drže opažljivih entiteta. I u psihologiji, ovih posljednjih desetljeća, upotrebljavano je sve više i više pojmova koji pokazuju bitna obilježja teorijskih pojmova. Klice tog razvoja mogu se katkada naći u mnogo ranijim periodima i čak, čini mi se, u nekim prednaučnim pojmovima svakidašnjeg jezika, kako na području fizike tako i na polju psihologije.

U psihologiji još više nego u fizici bila su nužna i korisna upozorenja od strane empirista i operacionalista protiv određenih pojmova, za koje nisu dana dovoljno jasna pravila upotrebe. S druge strane, vjerojatno zbog suviše uskih ograničenja ranijih principa empirizma i operacionalizma, neki psiholozi postali su pretjerano oprezni u formiranju novih pojmova. Drugi, čiji metodološki superego srećom nije bio dovoljno jak da ih ograničava, usudili su se prekoračiti prihvaćene granice ali su se pri tom nelagodno osjećali. Neki od mojih prijatelja psihologa misle da smo mi empiristi odgovorni za suviše uska ograničenja koja su psiholozi primjenjivali. Možda oni precjenjuju utjecaj koji filozofi općenito imaju na znanstvenike; ali možda bismo se mi trebali proglasiti krivima u nekoj mjeri. Tim prije bismo sada trebali isticati promijenjeno shvaćanje koje pruža mnogo više slobode aktivnom znanstveniku u izboru njegovih pojmovnih oruđa.

Na način sličan filozofskim tendencijama empirizma i operacionalizma, psihološki pokret biheviorizma imao je, s jedne strane, vrlo zdrav utjecaj zbog svog naglaska na promatranju ponašanja kao intersubjektivne i pouzdane osnove za psihološka istraživanja, dok je, s druge strane, nametao suviše uska ograničenja. Prvo, njegovo potpuno odbacivanje introspekcije bilo je neopravdano. Iako su mnogi od navodnih rezultata introspekcije bili zaista problematični, svijest osobe o njezinom vlastitom stanju zamišljanja, osjećanja itd. mora biti priznata kao vrsta opažanja, u principu ne različita od vanjskog opažanja, i, prema tome, kao legitiman izvor spoznaje, premda ograničen svojom subjektivnom naravi. Drugo, biheviorizam u kombinaciji sa spomenutim filozofskim tendencijama često je vodio zahtjevu da svi psihološki pojmovi moraju biti definirani pomoću ponašanja ili pomoću dispozicija za ponašanje. Psihološki pojam pripisan osobi X od strane istraživača Y bilo kao trenutno stanje ili proces, bilo kao trajna crta ili sposobnost, bio je po tome interpretiran kao čista dispozicija D_{SR} takva da je S proces koji djeluje na osjetilni organ osobe X, ali koji je opažljiv i za Y, a R je specificirana vrsta ponašanja, isto tako opažljiva za Y. U suprotnosti s ovim, interpretacija nekog psihološkog pojma kao teorijskog pojma, iako može

preuzeti isti bihevioristički postupak provjeravanja zasnovan na *S* i *R*, ne identificira pojam (stanje ili crtu) s čistom dispozicijom D_{SR}. Odlučujuća razlika je ova: na osnovu teorijske interpretacije, rezultat ovog ili bilo kojeg drugog provjeravanja ili, općenito, bilo kojih opažanja, vanjskih ili unutrašnjih, ne smatra se konkluzivnim svjedočanstvom za dotično stanje; on je prihvaćen samo kao probabilističko svjedočanstvo, dakle u najboljem slučaju kao pouzdani pokazatelj, tj. pokazatelj koji daje visoku vjerojatnost za to stanje.

U analogiji s onim što sam rekao u prethodnom odjeljku o fizikalnim terminima, želim ovdje istaknuti u vezi s psihološkim terminima da se njihovoj interpretaciji kao čistih dispozicijskih termina samoj po sebi nema što prigovoriti. Pitanje je samo da li se ta interpretacija slaže s načinom na koji psiholog namjerava upotrebljavati taj termin i da li je ona najkorisnija za svrhu psihološke teorije u cijelosti, koja se po svemu sastoji u objašnjavanju i predviđanju ljudskog ponašanja. Pretpostavimo da psiholog *Y* izjavljuje da on shvaća termin „kvocijent inteligencije viši od 130" u smislu čiste dispozicije D_{SR} da se reagira na određenu vrstu provjere *S* reakcijom određene vrste *R*, gdje su *S* i *R* specificirani pomoću javnog ponašanja. On je slobodan da izabere tu interpretaciju pod uvjetom da je u njoj konzistentan i da želi prihvatiti njene implikacije. Uzmimo da on pretpostavlja na osnovu opsežnog prijašnjeg svjedočanstva da (sada) osoba *X* ima kvocijent inteligencije viši od 130. Onda je on, zbog svoje interpretacije, prisiljen da odustane od svoje pretpostavke ako je danas rezultat provjere negativan, tj. ako reakcija osobe *X* na provjeru *S* nije određene vrste *R*. (To slijedi iz (*ii*) u odjeljku X.) On čak ne može ni ponovno prihvatiti pretpostavku kasnije kada ustanovi da je za vrijeme provjere *X* bio u vrlo depresivnom raspoloženju, koje, međutim, on nije niti priznao kada je bio upitan niti pokazao svojim ponašanjem u vrijeme provjere. Ne može li psiholog izbjeći tu neugodnu konzekvencu tako da kaže da je *X*-ovo kasnije priznavanje njegovog depresivnog stanja pokazalo da uvjet *S* stvarno nije bio ispunjen? Ne tako lako. Moralo bi postojati neko pravilo kao dio specifikacije za *S* koje bi mu omogućilo da napravi iznimku. Razmotrimo tri mogućnosti za pravilo.

1. Neka pravilo naprosto kaže da, u trenutku prvojere t_0, prvo ne smije postojati nikakav opažljiv znak poremećenog emocionalnog stanja u trenutku t_0 i drugo, mora postojati negativni odgovor na pitanje o takvom stanju. Ovdje je uvjet *S* stvarno bio ispunjen i tako psiholog nema izlaza.

2. Neka pravilo doda, osim toga, da također ni u jednom kasnijem trenutku ne smije biti znaka koji ukazuje na poremećaj u trenutku t_0. U tom slučaju, *S* zaista nije bio ispunjen. Ali postupak provjere koji sadrži takvo pravilo bio bi praktički beskoristan, jer se nikada ne bi mogao dovršiti prije smrti osobe.

3. Konačno, neka se pravilo ne odnosi na znakove u ponašanju već samo na emocionalno stanje. Ovdje postupak provjere nije strogo bihevioristički postupak; I_0 nije definiran kao dispozicija za ponašanje.

Ako se, s druge strane, „kvocijent inteligencije viši od 130" uzme kao teorijski termin, situacija je potpuno drugačija. Još uvijek se može prihvatiti isti postupak provjere sa *S* i *R*. Ali njegova specifikacija se više ne smatra operacionalnom definicijom tog termina. Ne može biti definicije tog termina na temelju javnog ponašanja. Mogu postojati različiti postupci provjere za isti pojam. Ali nijedan rezultat neke pojedinačne provjere ni bilo kojeg broja provjera nije nikada apsolutno konkluzivan, iako oni mogu, pod povoljnim okolnostima, dati visoku vjerojatnost. Bilo koji iskaz koji dotični termin pripisuje osobi na osnovu danog rezultata provjere može kasnije biti ispravljen obzirom na novo svjedočanstvo, čak i ako nema sumnje da su pravila provjere *S* bila zadovoljena i da je reakcija *R* proizvedena. Ako psiholog prihvaća tu ne-konkluzivnu, probabilističku narav provjere, kao što bi, pretpostavljam, svi učinili, onda pojam koji je predmet provjere ne može biti čista dispozicija i najbolje ga je rekonstruirati kao teorijski pojam.

Mislim da bi, čak i na prednaučnoj razini, mnogi ljudi svoje psihološke sudove o drugim ljudima smatrali u načelu uvijek izloženima ispravljanju s obzirom na kasnija opažanja njihovog ponašanja. U onoj mjeri u kojoj je netko voljan promijeniti svoje sudove na taj način, njegova upotreba psiholoških termina mogla bi se smatrati početkom razvoja koji konačno vodi do teorijskih termina. Usput rečeno, bilo bi zanimljivo provesti empirijsko istraživanje stupnja krutosti i fleksibilnosti koji pokazuju ne-psiholozi (uključujući filozofe) u stvaranju i mijenjanju psiholoških iskaza o drugim ljudima i o samima sebi. To bi pružilo jasniji uvid u prirodu njihovih pojmova od bilo kakvih odgovora na direktna pitanja o tim pojmovima.

Razlika između posredujućih varijabli i teorijskih konstrukcija, često raspravljana od pojavljivanja članka MacCorquodalea i Meehla, izgleda zapravo jednaka ili blisko srodna našoj razlici između čistih dispozicija i teorijskih termina.

„Teorijska konstrukcija“ znači zacijelo isto što i ovdje „teorijski termin“, naime, termin koji se ne može eksplicitno definirati čak i u nekom proširenom opažajnom jeziku, nego je uveden postulatima i nije potpuno interpretiran. Za posredujuće varijable se kaže da služe naprosto za to da se prikladnije formuliraju empirijski zakoni i da su takve da se uvijek mogu eliminirati. Dakle, izgleda da bi se one mogle definirati u jeziku sličnom našem proširenom opažajnom jeziku L'_0 ali koji sadrži i kvantitativne termine; tako one izgledaju bitno slične čistim dispozicijama.

Među empiristima osobito je Feigl bio onaj koji je rano uvidio *i neprestano naglašavao važnost teorijskih zakona (koje* je nazvao „egzistencijalnim hipotezama“; vidi njegov rad [8]). I on je pokazao napose da u sadašnjoj fazi psihologije upotreba teorijskih pojmova i zakona sačinjava jedan od najvažnijih metodoloških problema i zadataka. Dao je važne doprinose razjašnjenju tog problema, osobito u svom članku [10]; tamo ukazuje na blisku analogiju s ranijim razvojem fizike.

Psihološke teorije s teorijskim terminima će se bez sumnje dalje razvijati, vjerojatno u mnogo većoj mjeri nego dosada. Postoje dobri razlozi da se očekuje da će se razvoj te vrste pokazati vrlo plodnim, dok su bez njega mogući oblici izgradnje teorije suviše ograničeni da bi pružili dobru priliku za bitan napredak. To ne implicira da se takozvani „molarni“ pristup pomoću opažljivog ponašanja mora odbaciti; naprotiv, taj pristup će uvijek biti suštinski dio psihološkog istraživanja. Ono što je pogrešno je samo princip koji zahtijeva ograničavanje psihološke metode na taj pristup. Molarni pristup u psihologiji ima ulogu sličnu ulozi makrofizike i u historijskom razvoju i u sadašnjem istraživanju. U svim područjima *proučavanje makro-događaja je prirodan pristup u početku;* on vodi do prvih objašnjenja činjenica pomoću otkrića općenitih pravilnosti među opažljivim svojstvima („empirijski zakoni“); i ono ostaje uvijek neophodno kao izvor potvrđujućeg svjedočanstva za teorije.

U fizici je veliki napredak učinjen samo izgradnjom teorija koje se odnose na neopažljive događaje i mikro-entitete (atome, elektrone itd.). Tada je postalo moguće formulirati relativno mali broj fundamentalnih zakona kao postulate iz kojih su se mnogi empirijski zakoni, kako oni već poznati tako i oni novi, mogli izvoditi pomoću prikladno izgrađenih pravila korespondencije. U psihologiji su analogni razvoji počeli sa dva različita polazišta. Jedan razvoj je započeo s introspektivnim pristupom. On se razvijao od introspektivno opaženih događaja (osjećaja, percepcija, predodžbi, uvjerenja, pamćenja itd.) do

nesvjesnih, tj. introspektivno neopažljivih događaja. Oni su prvo shvaćeni kao analogni opažljivim događajima, npr. nesvjesni osjećaji, uvjerenja itd. Kasnije su također uvedene nove vrste entiteta, npr. porivi, kompleksi, id, ego i slično; međutim, zakoni koji uključuju te entitete su do sada samo iskazani u kvalitativnom obliku, što ograničava njihovu objašnjavalačku a još više predviđalačku moć. Drugi razvoj je započeo s molarnim biheviorističkim pristupom. Počeo je s proučavanjem opažljivih događaja u ponašanju, a zatim napredovao do dispozicija, tendencija, sposobnosti, mogućnosti za te događaje, i dalje do apstraktnijih entiteta. Ovdje je dostignut stupanj prvih kvantitativnih zakona.

Oba ova pristupa u psihologiji će vjerojatno kasnije konvergrati prema teorijama centralnog nervnog sistema formuliranima u fiziološkoj terminologiji. U toj fiziološkoj fazi psihologije, koja je već započela, sve izraženiju ulogu će dobivati kvantitativni pojmovi i zakoni koji se odnose na mikro-stanja opisana pomoću stanica, molekula, atoma, polja itd. I konačno, mikro-fiziologija može biti zasnovana na mikro-fizici. Ta mogućnost da se konačno cjelokupna znanost, uključujući psihologiju, izgradi na temelju fizike, tako da se svi teorijski termini mogu definirati pomoću pojmova fizike a da se svi zakoni mogu izvesti iz zakona fizike, tvrdi se u tezi *fizikalizma* (u njegovom jakom smislu). (Moja novija shvaćanja o pitanju fizikalizma nisu još prikazana u mojim radovima. Feigl [11] ih objašnjava, opisuje historijski razvoj fizikalizma u našem pokretu, i pruža iluminativnu raspravu o tezama fizikalizma i argumentima za njih.) Daleko veći dio razvoja psihologije koji je upravo iznesen danas je, naravno, samo program za budućnost. Mišljenja u velikoj mjeri variraju u pogledu vjerojatnosti i čak mogućnosti takvog razvoja; a mnogi će se osobito suprotstaviti, s naučnim ili metafizičkim argumentima, mogućnosti posljednjeg koraka, tvrđenju fizikalizma. Moj osobni utisak, obzirom na napredak učinjen u posljednjim desetljećima u psihologiji, fiziologiji, kemiji složenih organskih molekula, i u određenim dijelovima fizike, osobito teoriji elektronskih računala, jest da cjelokupan razvoj psihologije od molarne faze preko teorijske, fiziološke i mikro-fiziološke faze do konačnog utemeljenja u mikro-fizici izgleda danas mnogo vjerojatniji i mnogo manje vremenski udaljen nego što se to činilo čak i prije trideset godina.

LITERATURA

1. Bridgman, P. W. *The Logic of Modern Physics,* New York, Macmillan, 1972.

2. Bridgman, P. W. *The Nature of Physical Theory,* Princeton, Princeton University Press, 1936.

3. Bridgman, P. W. „Operational Analysis", *Philosophy of Science,* 5, 1938, str. 114—131.

4. Bridgman, P. W. „The Nature of Some of Our Physical Concepts", *British Journal for the Philosophy of Science,* 1, 1951 (veljača), str. 257—272; 2, 1951 (svibanj), str. 25—44; 2, 1951 (kolovoz), str. 142—160.

5. Carnap, Rudolf. „Testability and Meaning", *Philosophy of Science,* 3, 1936, str. 420—468; 4, 1937, str. 1—40.

6. Carnap, Rudolf. *Foundations of Logic and Mathematics,* u *International Encyclopedia of Unified Science,* vol. I, No. 3, Chicago, University of Chicago Press, 1939.

7. Feigl, Herbert. „Operationism and Scientific Method", *Psychological Review,* 52, 1945, str. 250—259.

8. Feigl, Herbert. „Existential Hypotheses: Realistic Vs. Phenomenalistic Interpretations". *Philosophy of Science,* 17, 1950, str. 35—62.

9. Feigl, Herbert. „Confirmability and Confirmation", *Revue internationale de philosophie,* 5, 1951, str. 268—279.

10. Feigl, Herbert. „Principles and Problems of Theory Construction in Psychology", u *Current Trends in Psychological Theory,* uredio W. Dennis, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1951. str. 179—213.

11. Feigl, Herbert. „Physicalism, Unity of Science, and the Foundations of Psychology", u *The Philosophy of Rudolf Carnap,* uredio P. A. Schilpp, La Salle Ill., Open Court, 1963.

12. Feigl, H., i M. Brodbeck (urednici), *Readings in the Philosophy of Science,* New York, Appleton—Century—Crofts, 1953.

13. Feigl, H., i W. Sellars (urednici), *Readings in Philosophical Analysis,* New York, Appleton—Century—Crofts, 1949.

14. Hempel, C. G., „Problems and Changes in the Empiricist Criterion of Meaning", *Revue internationale de philosophie,* 4, 1950, str. 41—63.

15. Hempel, C. G. „The Concept of Cognitive Significance: A Reconsideration", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences,* 80, 1951, str. 61—77.

16. Hempel, C. G. *Fundamentals of Concept Formation in the Empirical Sciences*, u *International Encyclopedia of Unified Science*, vol. II, No. 7. Chicago, University of Chicago Press, 1952.

17. Hempel, C. G. „A Logical Appraisal of Operationism“, *Scientific Monthly*, 79, 1954, str. 215—220.

18. Hempel, C. G. „Implications of Carnap's Work for the Philosophy of Science“, u *The Philosophy of Rudolf Carnap*, uredio P. A. Schilpp, La Salle Ill., Open Court, 1963.

19. MacCorquodale, Kenneth i P. E. Meehl. „On a Distinction Between Hypothetical Constructs and Intervening Variables“, *Psychological Review*, 55, 1948, str. 95—107.

20. Margenau, Henry. *The Nature of Physical Reality*, New York, McGraw-Hill, 1950.

21. Schilpp, P. A. (urednik), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle Ill., Open Court, 1963.

22. Schlick, Moritz. „Meaning and Verification“, *Philosophical Review*, 45, 1936, str. 339—369.

Carl G. Hempel

O „STANDARDNOJ KONCEPCIJI" ZNANSTVENIH TEORIJA

1. *Teorije: preliminarna karakterizacija*

Postoji općenita suglasnost da su teorije ključ za znanstveno razumijevanje empirijskih fenomena: tvrditi da postoji znanstveno razumijevanje određene vrste fenomena svodi se na isto kao da se kaže da znanost može pružiti njezino zadovoljavajuće teorijsko objašnjenje[1].

Teorije se normalno konstruiraju tek pošto je prethodno istraživanje na danom području dalo kao rezultat korpus znanja koji uključuje empirijske generalizacije ili pretpostavljene zakone koji se odnose na proučavane fenomene. Teorija tada teži pribavljanju dubljeg razumijevanja tako što se ti fenomeni konstruiraju kao manifestacije određenih dubljih procesa kojima upravljaju zakoni koji objašnjavaju prethodno proučavane pravilnosti i koji u pravilu dovode do korekcija i poboljšanja pretpostavljenih zakona pomoću kojih su te pravilnosti prethodno bile okarakterizirane.

Prima facie može se stoga misliti da formuliranje teorije zahtijeva iskaze dviju vrsta; nazovimo ih skraćeno *unutrašnjim principima* i *veznim principima*. Unutrašnji principi služe karakteriziranju teorijskog okvira ili „teorijskog scenarija": oni specificiraju bazične entitete i procese koje postulira teorija kao i teorijske zakone za koje se pretpostavlja da njima upravljaju. S druge strane, vezni principi ukazuju na koji je način scenarij povezan s prethodno razmatranim fenomenima čijem je objašnjavanju teorija namijenjena. Ta se opća koncepcija, mislim, podjednako odnosi na ona dva tipa teorija što

[1] Ovaj ogled dalje razvija i u nekim aspektima modificira neke ideje izložene u ranijem članku „On the Structure of Scientific Theories", objavljenom u *The Isenberg Memorial Lecture Series, 1965—66* (East Lansing: Michigan State University Press, 1969), str. 11—38. Zahvalan sam Michigan State University Press za dopuštenje da neke odlomke iz tog ogleda uključim u ovaj.

ih Nagel, slijedeći Rankinea, luči u svojoj temeljitoj raspravi o tom predmetu[2], naime, „apstraktivne" teorije kakva je newtonovska teorija gravitacije i „hipotetske" teorije kakva je kinetička teorija topline ili valna i korpuskularna teorija svjetlosti.

Ako su I i B skupovi unutrašnjih i veznih principa kojima je karakterizirana teorija T, tada se T može prikazati kao uređeni par tip skupova:

(1a) $$T = (I, B).$$

Ili alternativno i s većom intuitivnom privlačnošću, T se može konstruirati kao skup logičkih konzekvenci zbroja dvaju skupova:

(1b) $$T = c(I \cup B).$$

Formulacija unutrašnjih principa tipično će se poslužiti teorijskim rječnikom V_T, tj. skupom termina koji nisu bili upotrijebljeni u ranijim opisima i generalizacijama o empirijskim fenomenima koje T treba da objasni, nego su bili posebno uvedeni da karakteriziraju teorijski scenarij i njegove zakone. Vezni principi očigledno će sadržavati i termine iz V_T i one iz rječnika upotrijebljena pri formuliranju prvotnih opisa i generalizacija o fenomenima koje teorija treba da objasni. Taj će rječnik tako biti na raspolaganju i shvaćen prije uvođenja teorije a njegovom će upotrebom upravljati principi koji su, bar u početku, nezavisni o teoriji. Nazovimo ga *pred-teorijskim* ili *prethodnim rječnikom* V_A, u odnosu na teoriju o kojoj se radi.

Često se smatralo da su razmatrani fenomeni za koje teorija treba da dade objašnjenje opisani, ili barem opisivi, pomoću jednog opažajnog rječnika, tj. skupa termina koji označavaju određene pojedinačnosti ili opće atribute koji su pod odgovarajućim uvjetima dostupni „direktnu promatranju" ljudskih promatrača. Ali bilo je ustanovljeno da je ta koncepcija neadekvatna u nekoliko važnih točaka[3].

---

[2] E. Nagel, *The Structure of Science*, New York, Harcourt, Brace and World, 1961, str. 125—129.

[3] Vidi daljnju diskusiju o tom predmetu u kojoj su također navedene dodatne upute na literaturu: H. Putnam, „What Theories Are Not", u *Logic, Methodology and Philosophy of Science* uredili E. Nagel, P. Suppes, A. Tarski, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1962, str. 240—251; primjedbe R. Jeffreyja o tom ogledu u *Journal of Philosophy*, 61, 1964, str. 80—84; G. Maxwell, „The Ontological Status of Theoretical Entities", u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl i G. Maxwell, vol. III, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1962, str. 3—27; P. Achinstein, *Concepts of Science*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1968, glava 5.

Predložena distinkcija između teorijskog i prethodnog rječnika nije ovisna ni o kojoj takvoj pretpostavci. Termini prethodnog rječnika ne moraju, a zapravo i ne smiju, biti općenito shvaćeni kao opažajni u upravo nagoviještenu uskom smislu, jer će prethodni rječnik dane teorije često sadržavati termine koji su prvotno bili uvedeni u kontekstu neke ranije teorije i koji nisu opažajni u uskom intuitivnom smislu. Pogledajmo neke primjere.

U klasičnoj kinetičkoj teoriji plinova unutrašnji su principi pretpostavke o molekulama plina; oni se odnose na njihovu veličinu, njihovu masu, njihov velik broj, a također uključuju različite zakone djelomično preuzete iz klasične mehanike, djelomično statističke po svojoj prirodi, a koji se tiču kretanja i sudara molekula i rezultirajućih promjena njihovih impulsa i energija. Vezni principi uključuju iskaze poput onoga da je temperatura plina proporcionalna srednjoj kinetičkoj energiji njegovih molekula i da je brzina kojom se različiti plinovi šire kroz zidove neke posude proporcionalna broju molekula plinova o kojima se radi i njihovim prosječnim brzinama. Pomoću takvih veznih principa određene mikrokarakteristike plina koje pripadaju scenariju kinetičke teorije povezuju se s makroskopskim osobinama kao što su temperatura, tlak i brzina difuzije; one se mogu opisati — i generalizacije koje se na njih odnose mogu se formulirati — pomoću jednog prethodno dostupnog rječnika, naime, onoga klasične termodinamike. A neke od osobina o kojima se radi s pravom bi se mogle smatrati prilično izravno opažljivima ili mjerljivima.

Uzmimo, s druge strane, teorijsko objašnjenje što ga je Bohrova rana teorija o vodikovu atomu pribavila za neke prethodno ustanovljene empirijske zakone poput ovih: svjetlost što je odašilje užareni plin vodika ograničena je na određene karakteristične diskretne valne dužine koje odgovaraju skupu različitih linija u emisionom spektru vodika; te valne dužine odgovaraju određenim općim matematičkim formulama od kojih je prva i najglasovitija Balmerova

$$\lambda = b \frac{n^2}{n^2 - 4}.$$

Ovdje je b numerička konstanta; i kad n dobiva vrijednosti 3, 4, 5, . . ., formula kao rezultat daje valne dužine linija koje sačinjavaju tzv. Balmerovu seriju u spektru vodika.

Pogledajmo sada ukratko *unutrašnje principe* i *vezne principe* teorije kojom je Bohr objasnio te i druge empirijske zakone koji se tiču vodikova spektra.

Unutrašnji principi formuliraju Bohrovu koncepciju da se atom vodika sastoji od jezgre oko koje kruži elektron u jednoj ili drugoj od skupa diskretnih orbita s radiusima $r_1, r_2, r_3, \ldots$, gdje je r_i proporcionalno s i^2; da elektron, kad je u svojoj i-toj orbiti, ima energiju E_i karakterističnu za tu orbitu i proporcionalnu s $(-1/r_i)$; da elektron može skočiti iz uže orbite u širu ili obrnuto i da on u tom procesu apsorbira ili emitira količinu energije koja je jednaka apsolutnoj razlici između energija povezanih s tim orbitama.

Vezni principi, koji povezuju ta zbivanja s optičkim fenomenima koje treba objasniti, uključuju iskaze poput ovih: (a) *svjetlost koju odaje užareni vodikov plin rezultat je emitiranja* energije od strane onih atoma čiji elektroni baš preskakuju iz vanjskih orbita u unutarnje; (b) energija oslobođena skokom elektrona iz i-te orbite u j-tu $(i > j)$ odaje se u obliku monokromatskih elektromagnetskih valova valne dužine $\lambda = (h \cdot c)/(E_i - E_j)$, gdje je h Planckova konstanta a c brzina svjetlosti.

Kao što treba očekivati, ti vezni principi sadrže, s jedne strane, određene teorijske termine kao što su „elektronska orbita" i „skok elektrona" koji su posebno uvedeni da opišu teorijski scenarij; s druge strane, oni također sadrže određene prethodno dostupne termine kao što su „plin vodika", „spektar", „valna dužina svjetlosti", „brzina svjetlosti" i „energija". A jasno je da bar neki od termina — na primjer „valna dužina svjetlosti" i „plin vodika" — nisu opažajni termini u ranije spomenutu intuitivnom smislu. Pa ipak, ti su termini prethodno shvaćeni u gore označenu smislu; jer kad je Bohr iznio svoju teoriju vodikova atoma, principi za njihovu upotrebu, uključivši principe mjerenja optičkih valnih dužina, već su bili dostupni; oni su se temeljili na prethodnim teorijama uključivši valnu optiku.

2. *Tumačenje teorija kao interpretiranih računa*

U analitičkoj filozofiji znanosti teorije su obično bile karakterizirane na način prilično različit od upravo ocrtana; a barem sve donedavna ta je karakterizacija bila tako široko prihvaćena da je se moglo smatrati „standardnim" ili „prihvaćenim" filozofskim tumačenjem znanstvenih teorija[4]. A po

[4] Naziv „‚prihvaćeno gledište' o ulozi teorija" Putnamov je („What Theories Are Not," str. 240). Neke karakteristične stadije u evoluciji tog tumačenja znanstvenih teorija prikazuju slijedeća djela: N. R. Campbell, *Physics: The Elements*, Cambridge, Cambridge University

tom tumačenju teoriju karakteriziraju dva sastavna dijela koji, štaviše, imaju neke jasne sličnosti s onim što je gore bilo nazvano njezinim unutrašnjim i njezinim veznim principima.

Prvi je sastavni dio aksiomatizirani deduktivni sistem — koji se ponekad navodi pod imenom računa — neinterpretiranih formula, pri čemu postulati sistema odgovaraju temeljnim principima teorije. Tako se, grubo govoreći, o postulatima računa može misliti kao o formulama dobivenima aksiomatizacijom unutrašnjih principa teorije i potom zamjenjivanjem primitivnih teorijskih termina u aksiomima varijablama ili nespecificiranim konstantama.

Druga je komponenta skup rečenica koji računu daje empirijski karakter ili primjenjivost tako što interpretira neke od njegovih formula empirijskim terminima — *naime*, terminima rječnika koji služi da se opišu fenomeni koje teorija treba da objasni. Za te rečenice, koje su očigledno srodne gore spomenutim veznim principima, tvrdili su Campbell i Ramsey da tvore „rječnik" koji teorijske termine stavlja u odnos s pred-teorijskima;[5] drugi pisci su govorili o njima kao o „operacionalnim definicijama" ili „koordinativnim definicijama" teorijskih termina, kao o „pravilima korespondencije" ili o „interpretativnim principima".

Standardna se koncepcija tada može shematizirati tako da se teorija prikaže kao uređeni par skupova rečenica:

(2) $$T = (C, R),$$

gdje je C skup formula računa a R skup pravila korespondencije.

Dok su vezni principi upotrijebljeni u našoj početnoj karakterizaciji teorije zamišljeni kao podskup klase rečenica koje teorija tvrdi, status pravila korespondencije u standardnom tumačenju manje je jasan. Jedno plauzibilno njihovo tumačenje bilo bi da su ona terminološka pravila koja pripadaju

---

Press, 1920; pretiskano kao *Foundations of Science*, New York, Dover, 1957, glava 5; F. P. Ramsey, „Theories" 1929, u Ramsey, *The Foundations of Mathematics*, London, Routledge and Kegan Paul 1931; R. Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics*, Chicago, University of Chicago Press, 1939, osobito odjeljci 21—25; R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1953, glave I—III; R. Carnap, „The Methodological Character of Theoretical Concepts", u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl i M. Scriven, vol. I, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956, str. 38—76; R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics*, uredio M. Gardner, New York, London, Basic Books, 1966, dio V; Nagel, *The Structure of Science*, glave 5 i 6.

[5] Campbell, *Foundations of Science*, str. 122; Ramsey, „Theories", str. 215.

metajeziku teorije a koja definicijom ili općenitijom terminološkom konvencijom ustanovljuju istinitost određenih rečenica (u jeziku teorije) koje sadrže i teorijske i pred-teorijske termine. Iz tog razloga ne može se pronaći nešto što bi bilo neposredno analogno s (1b) kao alternativna shematizacija standardnog gledišta. Status pravila korespondencije bit će dalje razmotren u odjeljku 6.

Bio bi to zadatak od interesa i za povijest i za filozofiju znanosti da se utvrdi porijeklo standardne koncepcije i da se do u neke pojedinosti ispita njezin razvoj. Takvo bi proučavanje zacijelo moralo uzeti u obzir Reichenbachovu karakterizaciju fizikalne geometrije (tj. teorije geometrijske strukture fizičkog prostora) kao apstraktna, neinterpretirana sistema „čiste" ili matematičke geometrije dopunjene skupom koordinativnih definicija za primitivne pojmove[6] i moralo bi razmotriti Poincaréova i Einsteinova gledišta o geometrijskoj strukturi fizičkog prostora.

Campbell i neki drugi zastupnici standardne koncepcije uvode i treći sastavni dio teorije — Campbell ga naziva analogijom, drugi (među njima Nagel) nazivaju ga modelom — za koji se kaže da karakterizira temeljne ideje teorije pomoću pojmova s kojima smo prethodno upoznati i kojima upravljaju dobro poznati empirijski zakoni koji imaju isti oblik kao neka od osnovnih načela teorije. Uloga modela u tom smislu bit će razmotrena kasnije; dotada standardna koncepcija bit će shvaćana u smislu sheme (2). Ja sam se osobno oslanjao na standardno tumačenje u nekoliko ranijih studija, ali počeo sam ga smatrati neadekvatnim u nekim filozofski važnim aspektima na koje ću pokušati ukazati u slijedećim odjeljcima.

3. *Uloga aksiomatiziranog računa u formuliranju teorije*

Moje sumnje ne tiču se očigledne činjenice da teorije kako ih učenjaci izlažu i upotrebljavaju gotovo nikada nisu formulirane u skladu sa standardnom shemom; a niti one potječu od misli da bi standardna formulacija mogla u najboljem slučaju predstavljati teoriju kao nekako naglo zamrznutu u jednom trenutačnom stadiju onoga što je u stvari sistem ideja u neprekidnu razvoju. Ta opažanja ne predstavljaju, mislim, neku konkluzivnu kritiku, jer se za standardno tumačenje nikada nije tvrdilo da pruža opisni prikaz toga kako učenjaci

---

[6] Ta je ideja izložena veoma eksplicitno u 8. glavi knjige H. Reichenbacha *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley and Los Angeles, University of California Press, 1951.

stvarno formuliraju i upotrebljavaju teorije u neprekidnom procesu znanstvenog istraživanja; ono je prije bilo zamišljeno kao shematska eksplikacija koja bi jasno izložila određene logičke i epistemološke karakteristike znanstvenih teorija.

Ta obrana standardne koncepcije ipak prirodno nameće ovo pitanje: koje su logičke i epistemološke karakteristike teorija za koje shema (2) služi da ih izloži i rasvijetli? Razmotrimo redom različita obilježja što ih shema pripisuje teoriji započinjući s aksiomatiziranim računom.

Što da se kaže u prilog pretpostavljanja aksiomatizacije? Moglo bi se sasvim plauzibilno tvrditi da je aksiomatsko izlaganje neophodno sredstvo za nedvosmisleno iskazivanje teorije. Jer teorija treba da bude zamišljena tako da tvrdi skup rečenica koji je zatvoren pod relacijom logičke konzekvence u smislu da on sadrži sve logičke konzekvence (izrazive u jeziku teorije) bilo kojeg od svojih podskupova. Teoriju će, dakle, činiti beskonačan skup rečenica.[7] Da bi se nedvosmisleno specificirao beskonačan skup rečenica koje se predloženom teorijom želi tvrditi, bit će potrebno pronaći opći kriterij koji određuje za svaku rečenicu *S* da li je teorija tvrdi. Aksiomatizacija pruža takav kriterij: teorija tvrdi *S* jedino u slučaju ako je *S* izvodivo iz specificiranih aksioma ili postulata.

Taj kriterij nedvojbeno određuje članstvo u intendiranu skupu rečenica, ali on nam ne pruža opću metodu da doista otkrijemo pripada li dana rečenica tom skupu; jer općenito nema efektivne procedure odlučivanja koja za bilo koju rečenicu *S* utvrđuje u konačnu broju koraka da li je *S* izvodivo iz aksioma. Ali u svakom slučaju standardno tumačenje pretpostavlja aksiomatizaciju samo za formule neinterpretiranog računa *C* a ne za sve rečenice koje *T* tvrdi[8] tako da se predloženi argument ovdje zapravo ne može primijeniti.

Jedna od privlačnih strana što ih standardno tumačenje ima za filozofe leži bez sumnje u njegovoj prividnoj sposob-

---

[7] Na primjer, u mojem ogledu „The Theoretician's Dilemma", u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl, M. Scriven i G. Maxwell, vol. II Minneapolis University of Minnesota Press, 1958, str. 37—98.

[8] Zapazite, nasuprot tome, da se u istraživanjima Ramseyja (u „Theories") i Craiga, koja se tiču mogućnosti izbjegavanja teorijskih termina u korist pred-teorijskih, pretpostavlja aksiomatizacija cjelokupne teorije. Za pomno izlaganje i ocjenu tih istraživanja vidi I. Scheffler, *The Anatomy of Inquiry*, New York, Knopf, 1963, str. 193—222. O Ramseyjevoj metodi vidi također Carnap, *Philosophical Foundations of Physics*, glava 26; I. Scheffler, „Reflections on the Ramsey Method", *Journal of Philosophy*, 65, 1968, str. 269—274; i H. Bohnert, „In Defense of Ramsey's Elimination Method", *Journal of Philosophy*, 65, 1968, str. 275—281.

nosti da ponudi jednostavna rješenja za filozofske probleme koji se tiču značenja i referencije teorijskih izraza. Ako karakteristični rječnik jedne teorije predstavlja „nove" pojmove ranije neupotrebljavane i izmišljene specijalno da opišu teorijski scenarij, onda se čini razboritim i uistinu filozofski značajnim ispitivati kako su specificirana njihova značenja. Jer ako oni ne bi imali jasno određena značenja, tada, čini se, ne bi ih imali niti teorijski principi u kojima su oni upotrijebljeni i u tom slučaju ne bi imalo smisla pitati da li su ti principi istiniti ili neistiniti, da li se događaji kakve zahtijeva teorijski scenarij stvarno dešavaju itd.[9]. Odgovor za koji se često uzima da ga standardno tumačenje nudi jest, općenito govoreći, da značenja teorijskih termina određuju dijelom postulati računa koji im služe kao „implicitne definicije" a dijelom pravila korespondencije koja im pribavljaju empirijski sadržaj. Ali ta je koncepcija podložna različitim pitanjima od kojih će neka biti postavljena u nastavku ovog našeg razmatranja.

Što se, pak, tiče prednosti aksiomatizacije, ovdje nije potrebno odavati priznanje njezinu golemu značenju za logiku i matematiku i njihove metateorije. U nekim slučajevima aksiomatska su proučavanja poslužila i za rasvjetljavanje filozofskih problema koji se tiču teorija u empirijskim znanostima. Jedan je zanimljiv primjer Reichenbachova aksiomatski orijentirana, premda ne strogo formalizirana analiza baze i strukture teorije relativiteta[10]. Ta analiza, koja je bila poduzeta prije nekih četrdeset godina, tehnički je uočljivo inferiorna novijim aksiomatskim formalizacijama, ali ona je usprkos tome bila filozofski poticajna i iluminativna jer je uznastojala da razjasni — u velikoj mjeri, mislim, u Einsteinovu duhu — uloge iskustva i konvencije u fizikalnom teoretiziranju o prostoru, vremenu i kretanju i fizikalnu osnovu relativističke teorije prostornih i vremenskih udaljenosti, istovremenosti itd. U temeljnijem smislu Reichenbachova istraživanja bila su zamišljena kao na posebnom *case study* zasnovana kritika Kan-

---

[9] Različiti aspekti tog problema brižljivo su prikazani i istraženi u Nagel, *The Structure of Science*, glava 6, i u Scheffler, *The Anatomy of Inquiry*, dio II.

[10] Vidi H. Reichenbach, *Axiomatik der relativistischen Raum—Zeit—Lehre*, Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1924, i također Reichenbachov članak „Über die physikalischen Konsequenzen der relativistischen Axiomatik", *Zeitschrift für Physik*, 34, 1925, str. 32—48. U tom članku, na koji mi je ljubazno skrenuo pažnju profesor A. Grünbaum, Reichenbach izlaže glavne ciljeve svojih aksiomatskih nastojanja; na str. 37—38. on odbacuje kao irelevantan za svoj poduhvat prigovor Hermanna Weyla da je Reichenbachova aksiomatizacija odviše komplicirana i nepregledna s čisto matematičke točke gledišta.

tova pojma apriorna znanja. Također, aksiomatski je pristup igrao važnu ulogu u von Neumannovu dokazivanju[11] da je nemoguće nadopuniti formalizam kvantne mehanike uvođenjem skrivenih parametara na način koji dopušta determinističku teoriju.

Neki suvremeni logičari i filozofi znanosti smatraju aksiomatizaciju znanstvenih teorija tako važnom za svrhe i znanosti i filozofije da su utrošili mnogo truda i pokazali neobičnu domišljatost u stvarnom izgrađivanju takvih aksiomatskih formulacija. Neke od tih, kao što su one koje je razvio Kyburg[12], maleni su i relativno jednostavni fragmenti znanstvenih teorija u logici prvog reda; druge, osobito one koje je izgradio Suppes i njegovi suradnici, bave se bogatijim, kvantitativnim teorijama i formaliziraju ih mnogo moćnijim aparatom teorije skupova i matematičke analize[13].

Ali neke od tvrdnji koje su bile iznesene u prilog aksiomatiziranju znanstvenih teorija po mom su mišljenju podložne sumnji. Na primjer, Suppes je tvrdio da je formaliziranje i aksiomatiziranje znanstvenih pojmova i teorija „primarna metoda *filozofske analize*" i da tako *pomaže* „*razjašnjavanju* pojmovnih problema i činjenju eksplicitnima temeljnih pretpostavki svake znanstvene discipline" te da je „formaliziranje povezane porodice pojmova jedan od načina da se na eksplicitan način iznese na vidjelo njihovo značenje"[14].

U kojem se smislu za neinterpretiranu aksiomatizaciju može reći da „iznosi na vidjelo značenja" primitivnih termina? O postulatima jedne formalizirane teorije često se kaže da čine „implicitne definicije" primitivnih pojmova, jer zahtijevaju od ovih potonjih da stoje za sve vrste entiteta i odnosa koji zajednički zadovoljavaju postulate. Ako na aksiomatizaciju treba gledati kao na neki način *definiranja* primitivnih pojmova, onda je logički više zadovoljavajuće sa Suppesom protumačiti aksiomatizaciju kao proizvođenje eksplicitne definicije „predikata teorije skupova" višeg reda. U oba slučaja *formalizirana se teorija tada shvaća kao ona koja se u biti*

---

[11] J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton, N. J., Princeton University Press, 1955, glava 4.

[12] H. E. Kyburg, *Philosophy of Science: A Formal Approach*, New York, Macmillan, 1968.

[13] Lucidan i bogato ilustriran uvod u tu metodu aksiomatizacije definicijom „predikata teorije skupova" dan je u 12. glavi knjige P. Suppes, *Introduction to Logic*, New York, Van Nostrand, 1957.

[14] P. Suppes, „The Desirability of Formalization in Science", *Journal of Philosophy*, 65, 1968, str. 651—664; citati sa str. 653. i 654.

bavi upravo onim vrstama entiteta i odnosa koje čine postulate istinitima[15].

To tumačenje može imati neku plauzibilnost za aksiomatizirane čisto matematičke teorije — Hilbert ga je usvojio u vezi sa svojom aksiomatizacijom euklidske geometrije —, ali uopće nije plauzibilno držati da primitivni termini jedne aksiomatizirane teorije u empirijskoj znanosti moraju biti shvaćeni tako da stoje za entitete i atribute za koje su postulati, pa onda i teoremi, istiniti; jer po tom tumačenju istinitost aksiomatizirane teorije bila bi zajamčena *a priori*, bez ikakve potrebe za empirijskim proučavanjem[16].

Ima doista slučajeva u kojima se može reći da aksiomatizacija veoma značajno doprinosi analitičkom pojašnjavanju sistema pojmova. Suppes s pravom spominje Kolmogorovljevu aksiomatizaciju teorije vjerojatnosti kao izrazit primjer[17]. Ali treba zapaziti da Kolmogorovljev formalni sistem dopušta tako raznolike interpretacije kao što su Carnapova logička ili induktivna vjerojatnost, Savageova osobna vjerojatnost i empirijsko tumačenje vjerojatnosti pomoću graničnih relativnih učestalosti. Ovo potonje, koje ima središnje značenje u empirijskoj znanosti, prouzročilo je neugodne teškoće filozofskim naporima da se dođe do zadovoljavajućeg tumačenja. Von Mises, Reichenbach, Popper, Braithwaite i drugi svi su uznastojali da protumače pojam statističke vjerojatnosti ili da specificiraju principe koji upravljaju njegovom znanstvenom upotrebom. Neki od tih principa tiču se čistog računa vjerojatnosti kojim se Kolmogorovljeva aksiomatizacija jedino bavi; drugi — i to su oni filozofski uistinu najzamršeniji — tiču se njegove primjene. A Kolmogorovljeva analiza uopće ne dotiče drugi dio

---

15 Za brižljivo i iluminativno kritičko razmatranje tumačenja postulata kao implicitnih definicija za primitivne pojmove vidi glavu II u R. Grandy, „On Formalization and Formalistic Philosophies of Mathematics", doktorska disertacija, Princeton University, 1967. Što se tiče ograničenja što ih zahtjev istinitosti za postulate nameće dopustivim interpretacijama primitivnih pojmova Grandy primjećuje da to „nije samo ograničenje konstanta nego skupa konstanta plus univerzuma govora. Parafraza toga jest: postulati implicitno definiraju, ako išta, konstante plus kvantifikatore" (str. 41).

16 Kyburg zato dijeli aksiome jedne teorije na „materijalne aksiome" i značenjske postulate (u smislu Carnapa i Kemenyja) i naglašava da „ne možemo [ove] trpati u istu vreću i smatrati ih *implicitnom definicijom* termina koji se u njoj pojavljuju" (*Philosophy of Science*, str. 124). Može se pretpostaviti da samo značenjski postulati daju implicitne definicije; ali razlikovanje dviju vrsta aksioma trpi od istih teškoća kao razlikovanje između analitičkog i sintetičkog.

17 Suppes, „The Desirability of Formalization in Science", str. 654.

problema: „iznošenje na vidjelo značenja" termina ‚vjerojatnost' „u eksplicitnom obliku"[18].

Općenito govoreći, formalizacija unutrašnjih principa kao računa ne baca svjetlo na ono što se po standardnom tumačenju shvaća kao njegova interpretacija; u najboljem slučaju ona baca svjetlo na dio znanstvene teorije o kojoj je riječ. A što se tiče tvrdnje da formalizacija čini eksplicitnima osnovne pretpostavke znanstvene discipline o kojoj se radi, treba imati na umu da je aksiomatizacija u osnovi sredstvo izlaganja koje utvrđuje skup rečenica i izlaže njihove logičke odnose, ali ne i njihove epistemičke zasnovanosti i veze. Jedna znanstvena teorija dopušta mnogo raznih aksiomatizacija i zato se postulati, odabrani za jednu posebnu potrebu, ne moraju podudarati s onim što bi se u nekom bitnijem smislu moglo smatrati temeljnim pretpostavkama teorije; a nije potrebno niti da termini odabrani kao primitivni pojmovi u danoj aksiomatizaciji predstavljaju ono što bi iz epistemoloških ili drugih razloga moglo vrijediti kao bazični pojmovi teorije; a nije niti potrebno da se formalne definicije drugih teorijskih termina, dobivene pomoću odabranih primitivnih pojmova, podudaraju s iskazima koji bi u znanosti bili smatrani po definiciji istinitima i zato analitičkima. U aksiomatizaciji newtonovske mehanike drugome zakonu kretanja može se dati status definicije, postulata ili teorema, kako se kome sviđa; ali uloga koja mu se tako pridaje unutar aksiomatskog sistema ne pokazuje da li on u svojoj znanstvenoj upotrebi funkcionira kao istina po definiciji, kao bazični teorijski zakon ili kao izvedeni (ako se doista može reći da ima baš samo jednu od tih funkcija).

Stoga, koje god da se filozofsko razjašnjavanje dade postići time što se teorija prikaže u aksiomatiziranu obliku, ono će proizaći jedino iz aksiomatizacije neke posebne i primjerene vrste, a ne iz naprosto bilo koje aksiomatizacije niti čak iz jedne formalno osobito ekonomične i elegantne.

---

[18] Suppes sam priznaje da je „teškoća s Kolmogorovljevom karakterizacijom čisto u smislu teorije skupova u tome što pojam vjerojatnosti nije dovoljno kategoričan" *(ibid.)* i naglašava da je interpretacija jedne formalizirane teorije logički mnogo kompleksnija nego što bi sugerirao govor o pravilima korespondencije u „standardnom nacrtu znanstvenih teorija" (P. Suppes, „What Is a Scientific Theory?" u S. Morgenbesser (urednik), *Philosophy of Science Today*, New York and London, Basic Books, 1967, str. 55—67).

Čini mi se, štaviše, da u standardnom tumačenju uvođenje aksiomatiziranog neinterpretiranog računa kao sastavnog dijela teorije zamagljuje stanovite važne karakteristike zajedničke mnogim znanstvenim teorijama. Ta pretpostavka, naime, sugerira da su bazični principi teorije — oni koji odgovaraju računu — formulirani isključivo pomoću „novog" teorijskog rječnika čiji bi termini bili nadomješteni varijablama ili nespecificiranim konstantama u aksiomatiziranom računu *C*. U tom slučaju konjunkcija postulata od *C* bio bi izraz tipa ϕ $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$ tvoren od teorijskih termina jedino pomoću logičkih simbola. U stvari, međutim, unutrašnji principi većine znanstvenih teorija upotrebljavaju ne samo „nove" teorijske pojmove nego i „stare" ili pred-teorijske, one koji su karakterizirani u terminima prethodnog rječnika. Jer teorijski se scenarij normalno opisuje dijelom pomoću termina koji su u upotrebi i koji su bili shvaćeni prije uvođenja te teorije i nezavisno o njoj. Na primjer, bazične pretpostavke klasične kinetičke teorije plinova pripisuju atomima i molekulama karakteristike kao što su mase, volumeni, brzine, impulsi i kinetičke energije, koji su svi već bili korišteni u prethodnu proučavanju makroskopskih predmeta; valna teorija svjetlosti upotrebljava prethodno dostupne pojmove kao što su valna dužina i valna frekvencija, i tako dalje. Zato treba smatrati da unutrašnji principi neke teorije — a stoga i odgovarajući račun *C* — sadrže pred-teorijske termine pored termina teorijskog rječnika. Prema tome, združeni postulati od *C* tvorili bi izraz tipa ψ $(t_1, t_2, \ldots, t_k, p_1, p_2, \ldots, p_m)$ gdje *t*-ovi opet odgovaraju „novim" teorijskim terminima, dok su *p*-ovi pred-teorijski, prethodno shvaćeni. Prema tome, teorijski račun koji standardna koncepcija povezuje s nekom teorijom u pravilu nije potpuno neinterpretiran sistem koji sadrži, osim logičkih i matematičkih simbola, samo nove teorijske termine.

S točke gledanja uskog operacionalizma moglo bi se prigovoriti da u tom novom kontekstu „stari" termini $p_1, p_2, \ldots, p_m$ predstavljaju nove pojmove, sasvim različite od onih koje označuju u svojoj pred-teorijskoj upotrebi. Jer upotreba termina kao što su „masa", „brzina" i „energija" u vezi sa atomima ili subatomskim česticama zahtijeva sasvim nove operacionalne kriterije primjene budući da na atomskoj i subatomskoj razini veličine o kojima se radi ne mogu se mjeriti pomoću vaga, elektrometara i sličnoga, što sve pruža operacionalne kriterije za njihova mjerenja na pred-teorijskoj razini makroskopskih objekata. Po striktnoj operacionalističkoj maksimi da

različiti kriteriji primjene određuju različite pojmove morali bismo tako zaključiti da termini p_1, p_2, ..., p_m, kad su upotrebljavani u unutrašnjim principima, stoje za nove pojmove i da je stoga neispravno upotrebljavati stare pred-teorijske termine u teorijskim kontekstima: da ih ondje treba zamijeniti prikladnim novim terminima koji bi, zajedno s t_1, t_2, ..., t_k, tada pripadali teorijskom rječniku.

Ali razlike u operacionalnim kriterijima primjene, kao što je dobro poznato, ne mogu se općenito smatrati indikativnima za razlike u pojmovima o kojima se radi; inače bi trebalo držati nemogućim mjerenje „jedne iste veličine" u određenoj prilici — kao što je temperatura ili gustoća dane količine plina — različitim metodama ili čak različitim instrumentima slične konstrukcije; kao posljedica toga, raznolikost metoda mjerenja neke veličine već na makroskopskoj razini tražila bi apsurdno množenje i razlikovanje pojmova temperature, pojmova gustoće itd.

Štaviše, tako dugo dok sebi dopuštamo upotrebu notorno neodređena i mutna pojma značenja, morat ćemo smatrati da se značenja znanstvenih termina odražavaju ne samo u njihovim operacionalnim kriterijima primjene nego i u nekima od zakona ili teorijskih principa u kojima funkcioniraju. A u tom kontekstu čini se značajnim zapaziti da se neki od najtemeljnijih principa što upravljaju pred-teorijskom upotrebom (recimo u odnosu na klasičnu kinetičku teoriju) termina kao što su „masa", „brzina" i „energija" prenose u njihovu teorijsku upotrebu. Tako se u klasičnoj kinetičkoj teoriji uzima da je masa aditivna u smislu da je masa nekoliko čestica uzetih zajedno jednaka zbroju masa sastavnih dijelova točno kao kod makroskopskih tijela. Slično se zakoni o održanju mase, energije i impulsa prenose — bar u početku — od pred-teorijske na teorijsku razinu.

U stvari, princip aditivnosti mase ovdje se upotrebljava ne samo kao pred-teorijski i kao unutrašnji teorijski princip nego i kao vezni princip. U toj potonjoj ulozi on implicira, na primjer, da je masa neke količine plina jednaka zbroju masa molekula koje je sačinjavaju; on tako povezuje određena obilježja teorijskog scenarija s odgovarajućim obilježjima makroskopskih sistema koji se mogu opisati u pred-teorijskim terminima. Te različite uloge principa aditivnosti jasno su pretpostavljene u objašnjavanju zakona o konstantnim i mnogostrukim proporcijama i u određenim metodama utvrđivanja Avogadrova broja. Ta razmatranja sugeriraju da se teško može uzeti da termin „masa" i drugi stoje za posve

različite pojmove zavisno o tome da li se primjenjuju na makroskopske objekte ili na atome i molekule.

U prilog tom gledištu moglo bi se također tvrditi da klasična mehanika ne nameće donju granicu veličini ili masi tijela za koja se smisleno mogu upotrijebiti pojmovi mase, brzine, kinetičke energije itd., a niti zakoni koji upravljaju tim pojmovima nisu podložni nikakvim takvim restrikcijama[19]. To sugerira daljnji odgovor na operacionalistički prigovor razmotren čas prije: primjena klasično-mehaničkih principa ukazuje da makroskopske metode, koje se služe mehaničkim preciznim vagama itd., nisu dovoljno osjetljive za vaganje atoma, ali da će neki indirektni postupci dati operacionalna sredstva za utvrđivanje njihovih masa. Prema tome, potreba za različitim metodama mjerenja ne ukazuje na pojmovnu razliku u značenjima riječi „masa" kako se ona upotrebljava u ta dva konteksta, nego na veliku razliku u masi između objekata o kojima se radi.

Analogni argumenti, međutim, nisu primjenjivi u svakom slučaju gdje se pred-teorijski termini upotrebljavaju u formulaciji teorijskih principa. Prema tekućoj teoriji, na primjer, masa atomske jezgre manja je od zbroja masa svojih sastavnih dijelova, protona i neutrona; tako su načela aditivnosti i održanja mase napuštena na subatomskoj razini. Hoćemo li reći da ta „teorijska promjena" ukazuje na promjenu u značenju termina „masa" ili prije da je došlo do promjene u nekim ranije dobro utemeljenim općim zakonima za koje se prije nadolaska nove teorije pogrešno vjerovalo da važe za tu jednu veličinu, masu, na koju se odnose i nova teorija i ona ranija?

Tom je pitanju u posljednjim desetljećima bilo posvećeno *mnogo pažnje u diskusiji o idejama Feyerabenda, Kuhna* i nekih drugih o teorijskoj promjeni u znanosti i o zavisnosti značenja znanstvenih termina o teoriji[20]. Kako je, međutim,

---

[19] Tu je misao istakao i Achinstein, *Concepts of Science*, str. 114; uistinu, njegovo raspravljanje na str. 106—119. o načinima na koje se teorijski termini uvode u znanost pruža mnogo razjašnjavajućih opaski i ilustracija koje se dobro slažu s gledištem izraženim u ovom odjeljku i koje mu daju dodatnu potporu.

[20] Vidi, na primjer, T. S. Kuhn, *The Structures of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1962; P. K. Feyerabend, „Explanation, Reduction, and Empiricism", u Feigl and Maxwell (urednici), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III, str. 28—97; P. K. Feyerabend, „Reply to Criticism", u R. S. Cohen and M. W. Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Sciece*, vol. II, New York, Humanities, 1965, str. 223—261; N. R. Hanson, *Patterns of Discovery*, Cambridge, Cambridge University Press, 1958. Za iluminativnu kritičku i konstruktivnu raspravu o tim idejama i za

ta diskusija pokazala, zadovoljavajuće rješenje tog pitanja zahtijevalo bi adekvatniju teoriju pojma istoznačnosti nego što se čini da nam je na raspolaganju.

5. *Uloga modela u specifikaciji neke teorije*

Kao što je bilo ranije spomenuto, neke pristalice standardnog tumačenja drže da teorija ima treću komponentu uz račun i pravila korespondencije, naime, „model za apstraktni račun koji pribavlja materiju za okosničku strukturu pomoću više ili manje poznate pojmovne ili vizualno predočive građe“[21]. U Bohrovoj teoriji vodikova atoma, na primjer, postulati računa bile bi bazične matematičke jednadžbe te teorije izražene pomoću neinterpretiranih simbola kao što su „i“, „r_i“, „E_i“. Model specificira koncepciju o kojoj je ranije bila riječ a po kojoj se vodikov atom sastoji od jezgre oko koje kruži elektron po jednoj ili drugoj od njemu dostupnih orbita itd. U tom modelu „r_i“ intrepretira se kao radius i-te orbite, „E_i“ kao energija elektrona kad je on u i-toj orbiti itd. Najzad, pravila korespondencije vezuju teorijski pojam odašiljanja energije povezana orbitalnim skokom s eksperimentalnim pojmom odgovarajućih valnih dužina ili spektralnih linija i uspostavljaju druga povezivanja te vrste.

Raspravljajući o te tri komponente Bohrove teorije, Nagel primjećuje da je u pravilu teorija ugrađena u model a ne naprosto formulirana kao apstraktni račun i skup pravila korespondencije zato što, između ostalih razloga, teoriju je tada moguće lakše razumjeti nego neizbježno kompleksnije formalno izlaganje[22]. Čini se, međutim, da u nekim slučajevima značaj modela u Nagelovu smislu ide dalje od toga, kao što ću pokušati ukratko naznačiti.

Termin „model“ bio je u filozofiji znanosti upotrebljavan u više različitih značenja. Jedno od njih odnosi se na ono što bi se moglo nazvati analogijskim modelima kao što su meha-

---

daljnje bibliografske upute vidi P. Achinstein, „On the Meaning of Scientific Terms“, *Journal of Philosophy* 61, 1964, 497—510; Achinstein. *Concepts of Science*, str. 91—105; H. Putnam, „How Not to Talk about Meaning“, u Cohen i Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Science* II, 205—222; D. Shapere, „Meaning and Scientific Change“, u R. G. Colodny (urednik), *Mind and Cosmos*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1966, str. 41—85; I. Scheffler, *Science and Subjectivity*, Indianapolis, Bobbs-Merrill, 1967, osobito glave 1, 3, 4.

[21] Nagel, *The Structure of Science*, str. 90.

[22] *Ibid.*, str. 95. Nagelova detaljna rasprava o tom predmetu (glava 5. i str. 107—117) svraća pažnju i na druge funkcije modela u tom smislu, među njima i na njihovu heurističku ulogu.

nički ili hidrodinamički prikazi električnih struja ili svjetlonosnog etera koji je igrao značajnu ulogu u fizici kasnog XIX i ranog XX stoljeća. Jasno je da modelima te vrste nije svrha da prikažu stvarnu mikrostrukturu modeliranih fenomena. Oni u sebi nose implicitnu klauzulu „kao da"; tako se električne struje u određenim aspektima ponašaju kao da se sastoje od strujanja tekućine kroz cijevi različitih širina i pod različitim pritiscima; analogija počiva na činjenici da fenomenima tih dviju različitih vrsta upravljaju određeni zakoni koji imaju isti matematički oblik. Analogijski modeli mogu imati znatnu heurističku vrijednost; oni mogu olakšavati shvaćanje neke nove teorije i mogu sugerirati njezine moguće implikacije i čak obećavajuća proširenja; ali oni ništa ne dodaju sadržaju teorije i zato su logički zanemarivi.

No čini mi se da se taj sud ne može primijeniti na ono što bi Nagel nazvao modelima implicitnim u teorijama kao što su kinetička teorija plinova, klasična valna i korpuskularna teorija svjetlosti, Bohrova teorija vodikovog atoma, teorija kristalne strukture kao molekularne rešetke ili nedavne teorije o molekularnoj strukturi gena i o bazi genetskog koda. Sve one tvrde da ne nude analogije, nego pokušaje opisa stvarne mikrostrukture proučavanih objekata i procesa. Tvrdi se da se plinovi stvarno sastoje od molekula koje se kreću naokolo i sudaraju pri različitim velikim brzinama; za atome se tvrdi da imaju određene subatomske sastavne dijelove i tako dalje. Bez sumnje, te tvrdnje, poput tvrdnja bilo koje druge znanstvene hipoteze, mogu kasnije biti modificirane ili odbačene; ali one čine integralan dio dotične teorije. Na primjer, kao što sam ranije natuknuo, ako model u Nagelovu smislu karakterizira određene teorijske varijable kao mase, brzine, energije i slično, može se uzeti da to ukazuje da se određeni zakoni, koji su karakteristični za mase, brzine i energije, mogu primijeniti na te varijable i da će, ako neki od tih zakona prestanu važiti u toj teoriji, potrebne modifikacije biti učinjene eksplicitnima. To se dogodilo, na primjer, u Bohrovu modelu gdje se — suprotno klasičnoj elektromagnetskoj teoriji — pretpostavlja da elektron koji kruži u orbiti ne zrači nikakvu energiju. Dakle, specifikacija modela djelomično određuje koje se konzekvence mogu izvesti iz teorije i, prema tome, što teorija može objasniti ili predvidjeti.

Još određenije, čini se da je, kad je znanstvena teorija aksiomatizirana, postupak ograničen na matematičke veze koje ta teorija pretpostavlja između kvantitativnih obilježja scenarija; drugi se teoretski relevantni aspekti scenarija specificiraju pomoću modela. Stoga se slažem sa Sellarsom koji pri-

mjećuje u veoma sličnu smislu da je „u stvarnoj praksi... pojmovna tekstura teorijskih termina u znanstvenoj upotrebi daleko bogatija i finije strukturirana nego tekstura što je proizvode eksplicitno nabrojeni postulati“ i da napose „predmetni ili kvazipredmetni karakter teorijskih objekata, njihovi uvjeti identiteta... jesu neka od poznatijih kategorijalnih obilježja dobivenih upotrebom modela i analogija“[23]. Tako model u ovdje razmatranu smislu nema samo didaktičnu i heurističku vrijednost: *čini mi se da iskazi koji specificiraju model čine* dio unutrašnjih principa neke teorije i da kao takvi igraju sistematsku ulogu u njezinu formuliranju.

Mora se priznati da taj način formuliranja dijela unutrašnjih principa neke teorije nije u potpunosti određen i specifičan, da on ne pruža jednoznačnu karakterizaciju o tome koje se točno iskaze teorijom hoće tvrditi. Ali aksiomatizacija, u obliku „računa“, dijela neke teorije, također ne udovoljava tome deziderátumu; ona, naime, ne pokriva pravila korespondencije; a za ova se također čini praktično nemogućim naći formulaciju koja bi se mogla smatrati adekvatnom i potpunom. Doista, kako Nagel primjećuje, „teorije se u znanostima... općenito formuliraju uz pomnu brigu i... međusobni odnosi između teorijskih pojmova... iskazuju se s velikom preciznošću. Ta su briga i preciznost bitne ako treba rigorozno istražiti deduktivne konzekvence teorijskih pretpostavki. S druge strane, pravila korespondencije za povezivanje teorijskih ideja s eksperimentalnima općenito ne dobivaju nikakvu eksplicitnu formulaciju; a u stvarnoj praksi koordinacije su razmjerno labave i neprecizne“[24].

6. *Status pravila korespondencije*

U standardnom tumačenju prikazanom u shemi (2) gore *R* je zamišljeno kao klasa rečenica koje izrazima računa pripisuju empirijski sadržaj; a njihovo označivanje kao operacionalnih *definicija*, koordinativnih *definicija* ili *pravila* korespondencije sugerira da one imaju status metalingvističkih principa koji neke rečenice čine istinitima terminološkom konvencijom ili odlukom. Rečenice tako proglašene istinitima — zovimo ih interpretativnim rečenicama — pripadale bi jednom objektnom jeziku koji sadrži i račun i pred-teorijske termine

---

[23] W. Sellars, „Scientific Realism or Irenic Instrumentalism“, u Cohen and Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Science* II, 171—204; citati sa str. 178—179.
[24] Nagel, *The Structure of Science*, str. 99.

upotrijebljene u njegovoj interpretaciji. Teorijske termine u računu tada je najbolje zamišljati kao „nove" konstante koje se uvode u objektni jezik pomoću pravila korespondencije u svrhu formuliranja teorije. Interpretativne rečenice mogle bi imati oblik eksplicitnih definicijskih rečenica (ekvivalencija ili tvrdnji o identitetu) za teorijske termine ili bi mogle biti općenitijeg tipa tako da pružaju samo djelomičnu specifikaciju značenja teorijskih rečenica, možda na način Carnapovih *redukcijskih rečenica ili još fleksibilnijim sredstvima*[25]. Ali, svakako, one bi bile rečenice čiju istinitost jamče pravila korespondencije.

No, takva je koncepcija pravila korespondencije neodrživa iz nekoliko razloga, između kojih i sljedećih:

Prvo, znanstveni iskazi koji se prvotno uvode „operacionalnim definicijama" ili općenitijim pravilima primjene znanstvenih termina — kao što su iskazi koji karakteriziraju dužinu pozivanjem na mjerenje standardnim štapom ili temperaturu pomoću očitavanja na termometru — obično mijenjaju svoj status kao odgovor na nova empirijska otkrića i teorijske napretke. Počinju biti smatrani iskazima koji su naprosto pogrešni u svojoj izvornoj općenitosti, premda su možda vrlo blizu istini unutar ograničena dosega primjene i možda samo pod dodatnim suženim uvjetima. Većinu rečenica opravdanih operacionalnim definicijama ili kriterijima primjene označuju prije ili kasnije kao strogo govoreći neistinite upravo one teorije u čijem su razvoju one igrale značajnu ulogu. Skoro istu stvar ilustrira sljedeći primjer: da se eksperimentalnim terminima „definiraju" jednaki intervali vremena, može se izabrati neki periodički proces da služi kao standardni sat kao što je njihanje njihala ili aksijalna rotacija zemlje koja se odražava u periodičkom prividnom dnevnom kretanju neke zvijezde nekretnice. Vremenski intervali određeni odabranim postupkom tada su jednaki po konvenciji ili po dogovoru. Ipak, može se dogoditi da određeni zakoni ili teorijski principi izvorno bazirani na svjedočanstvu koje uključuje očitavanja standardnih satova dovedu do suda da ti satovi ne određuju strogo jednake vremenske intervale. Jedan je upadljiv primjer upotreba drevnih astronomskih izvještaja gotovo posve kvalitativna karaktera — koji se odnose na datum i vrlo grubo na doba dana kad je određena potpuna pomrčina Sunca bila promatrana na danom mjestu — da se ustanovi veoma lagano usporavanje Zemljine aksijalne vrtnje uz posljedicu

---

[25] Možda takvih kakvi su interpretativni sistemi koje sam sugerirao u odjeljku 8 rasprave „The Theoretician's Dilemma".

polagana produživanja srednjeg sunčanog dana (za ne više od 0,003 sekunde u stoljeću)[26].

Tako se čak, premda je možda neka rečenica izvorno bila uvedena kao istinita po dogovoru, ona uskoro pridružuje klubu svih ostalih članova, tj. iskaza teorije, i postaje podložna reviziji s obzirom na daljnja empirijska otkrića i teorijske napretke. Kao što je Quine rekao, „konvencionalnost je prolazna osobina, značajna u pokretnoj čelnoj liniji znanosti, ali beskorisna u klasificiranju rečenica iza borbenih linija“[27].

Ta razmatranja mogu izazvati slijedeći odgovor: dakako da je sasvim moguće da teorija — uključivši njezina pravila korespondencije — može doživjeti promjene zbog novih empirijskih otkrića; sporno pitanje, međutim, ne tiče se mogućih efekata znanstvene promjene na pravila korespondencije nego prije epistemičkog statusa interpretativnih rečenica dane teorije, „zamrznute“ tako reći u određenoj točki svog razvoja. Ako je takva teorija sistematski karakterizirana pomoću računa i skupa interpretativnih rečenica, nemaju li ove potonje karakter terminoloških konvencija?

Prije svega, ovdje se treba prisjetiti da teorija obično povezuje dani teorijski pojam s nekoliko različitih vrsta fenomena koji se dadu karakterizirati pomoću prethodno dostupna rječnika. Na primjer, suvremena fizikalna teorija omogućuje nekoliko različitih načina utvrđivanja Avogadrova broja ili naboja elektrona ili brzine svjetlosti. Ali ne mogu sve interpretativne rečenice tako pribavljene za dani teorijski termin biti istinite po konvenciji; jer one impliciraju iskaze u smislu da ako jedna od specificiranih metoda kao rezultat daje određenu numeričku vrijednost za veličinu o kojoj se radi, onda će alternativne metode dati kao rezultat istu vrijednost, a da li je to stvarno slučaj zacijelo je empirijska stvar i ne može biti riješeno terminološkom konvencijom. To su doista naglasili neki zagovornici standardne koncepcije. Tako je Carnap u svojoj teoriji redukcijskih rečenica istakao da kad se termin uvodi (ili interpretira, kako bismo mogli reći) pomoću nekoliko redukcijskih rečenica, one, uzete zajedno, normalno imaju empirijske implikacije[28].

---

[26] Vidi N. Feather, *Mass, Length and Time*, Baltimore, Penguin, 1961, str. 54—55.

[27] W. V. O. Quine, „Carnap and Logical Truth“, pretiskano u Quine, *The Ways of Paradox and Other Essays*, New York: Random House, 1966, str. 100—125; citat sa str. 112.

[28] Usp. R. Carnap, „Testability and Meaning“, *Philosophy of Science*, 3, 1936, str. 419—471, i 4, 1937, str. 1—40, osobito str. 444. i 451. Analogna se opaska, naravno, dade primijeniti na interpretativne sisteme; vidi moju raspravu „The Theoretician's Dilemma“, str. 74.

Štaviše, nije jasno što se tvrdi u kontekstu sistematskog izlaganja jedne teorije kada se neke od njezinih rečenica označuju kao „istinite po konvenciji". Kao što je gore bilo zapaženo, takva oznaka može služiti da se historijski ukaže na to kako su te rečenice uopće bile uvedene u teoriju — ali to nema nikakva značaja za sistematsku karakterizaciju te teorije.

A također se ne može, unatoč početnoj plauzibilnosti, reći *da označiti rečenicu istinitom na temelju pravila ili konvencije* znači proglasiti je imunom od revizije u mogućem slučaju da se teorija susretne s oprečnim svjedočanstvom. Jer uz moguć izuzetak-istina logike i matematike, nijedan iskaz ne uživa tu vrstu apsolutnog imuniteta, kao što su ilustrirala naša prethodna razmatranja i kao što je to veoma jasno pokazala Quineova kritika distinkcije analitičkog i sintetičkog[29]. Pojam veznog principa kakav je bio spomenut u našoj početnoj karakterizaciji teorija ne pretpostavlja distinkciju analitičkog i sintetičkog i postupa s veznim principima kao s dijelom teorije na ravnoj nozi s unutrašnjim principima. U stvari, sada treba izričito priznati da nije bio dan nikakav precizan kriterij za lučenje unutrašnjih principa od veznih. Napose, linija diobe ne može se sintaktički karakterizirati upućivanjem na sastavne termine; kao što je, naime, bilo zapaženo, i *unutrašnji i vezni principi sadrže kako teorijske tako* i prethodno dostupne termine. A razlika nema ni epistemički status kao, na primjer, ni razlika između istinitosti po konvenciji i empirijske istinitosti. Distinkcija je, dakle, po općem priznanju nejasna. No nikakva oštra diobena linija nije bila potrebna za način na koji je ovdje bilo upotrijebljeno intuitivno tumačenje (1), naime, kao povoljno polazište za kritičko preispitivanje standardne koncepcije.

7. *O „specificiranju značenja" teorijskih termina*

Naše kritičko preispitivanje, međutim, nije sugeriralo nikakvo rješenje za ono središnje pitanje na koje je standardno tumačenje nastojalo odgovoriti, naime, na pitanje kako se specificiraju značenja „novih" termina u teoriji. Otkrili smo teš-

[29] Možda najraniji Quineov iscrpan napad na tu distinkciju sadržan je u njegovom klasičnom članku „Two Dogmas of Empiricism" (1951), pretiskanom u W. V. O. Quine, *From a Logical Point of View*, 2. izd., Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1961. Druga je rana kritika dana u M. G. White, „The Analytic and the Synthetic: An Untenable Dualism", u S. Hook (urednik), *John Dewey: Philosopher of Science and of Freedom*, New York, Dial, 1950.

koće i s koncepcijom da postulati neinterpretiranog računa pružaju implicitne definicije za teorijske termine i s idejom o pravilima korespondencije kao principima empirijske interpretacije; ali nije bio ponuđen nikakav alternativni odgovor na to pitanje. Smatram sada da pretpostavljeni problem „ne postoji", kao što je Putnam rekao i dokazivao[30], ili, kako bih prije rekao, da je on pogrešno shvaćen. Kao zaključak, ukratko ću nabaciti neka razmatranja u prilog tom gledištu.

Kojih ima razloga da se misli da jest — ili da bi barem trebalo biti — moguće „nove" termine uvedene nekom teorijom specificirati pomoću prethodno dostupnog rječnika? Jedno razmatranje koje je utjecalo na moje ranije bavljenje tim problemom ukratko je ovakvo: teorija smjera da opiše određene činjenice, da iznese tvrdnje koje su ili istinite ili neistinite. Ali rečenica će moći biti ili istinita ili neistinita samo ako su značenja njezinih sastavnih termina potpuno određena; a ako želimo razumjeti neku teoriju ili ispitati istinitost njezinih tvrdnji ili je primijeniti na pojedine situacije, moramo razumjeti relevantne termine, moramo znati njihova značenja. Stoga će adekvatna formulacija teorije zahtijevati specifikaciju značenja njezinih termina — a koje drugo sredstvo za takvu specifikaciju postoji osim prethodno dostupnog rječnika?

Ali čak ako se radi diskusije okanimo pitanja o ovdje upotrijebljenom pojmu značenja, ta razmatranja nisu konkluzivna. Naprotiv, kad je u nekoj fazi razvoja jedne znanstvene discipline predložena nova teorija koja nudi promijenjenu perspektivu viđenja proučavanog predmeta, čini se veoma plauzibilnim da će u tu svrhu biti potrebni novi pojmovi, pojmovi koji se ne daju potpuno karakterizirati onima prethodno dostupnima. Čini mi se da to gledište podupiru ona proučavanja jezika znanosti — osobito u tradiciji logičkog empirizma — koja su dovela do stalnog smanjivanja početnog uvjerenja i zahtjeva da se svi znanstveni termini mogu potpuno definirati pomoću nekog prethodnog rječnika koji se sastoji od opažajnih predikata ili sličnog. Razlozi koji su doveli do zalaganja za uvođenje novih termina pomoću redukcijskih rečenica, interpretativnih sistema ili probabilističkih kriterija primjene svi podupiru ideju da se ne može očekivati da se pojmovi upotrijebljeni u jednoj novoj znanstvenoj teoriji uvijek dadu potpuno karakterizirati prethodno dostupnim pojmovima.

Ali baš to ublažavanje uvjeta za uvođenje novih znanstvenih termina potaklo je pitanja kao što su: da li možemo tvrditi da razumijemo takve djelomično interpretirane termine,

---

[30] Putnam, „What Theories Are Not", str. 241.

da li rečenice koje ih sadrže možemo smatrati smislenim tvrdnjama ili ih u najboljem slučaju možemo držati efikasnom ali u biti besmislenom mašinerijom za izvođenje smislenih iskaza, izraženih potpuno shvaćenim terminima, iz drugih takvih iskaza, i da li bi se oslanjanje na nepotpuno interpretirane teorijske termine moglo u znanosti potpuno izbjeći?

Ali taj način gledanja na stvar pretpostavlja da ne možemo razumjeti nove teorijske termine osim preko rečenica koje specificiraju njihova značenja uz pomoć prethodno shvaćenih termina; a ta je ideja zacijelo neodrživa. Mi uspijevamo razumjeti nove termine, mi učimo kako da ih pravilno upotrebljavamo na mnogo načina pored definicija: preko slučajeva njihove upotrebe u posebnim kontekstima, preko parafraza koje ne mogu pretendirati da budu definicije i tako dalje. Unutrašnji principi i vezni principi jedne teorije, osim što sistematski karakteriziraju njezin sadržaj, bez sumnje pružaju onome koji uči najznačajniji pristup „razumijevanju" njezinih izraza uključujući kako termine tako i rečenice.

Svakako, sva ta sredstva još uvijek ostavljaju bez odgovora razna pitanja koja se tiču upotrebe izraza o kojima se radi; a može se činiti da to pokazuje da na kraju krajeva značenja tih izraza nisu bila potpuno specificirana i da zato ti izrazi nisu potpuno shvaćeni. Ali pojam izraza koji ima potpuno specificirano značenje ili izraza koji je potpuno shvaćen nejasan je; pored toga, čak i za termine za koje se općenito smatra da su sasvim dobro shvaćeni postoje otvorena pitanja koja se tiču njihove pravilne upotrebe. Na primjer, nema oštrih kriterija koji bi za ma koji neobičan predmet na koji bi astronaut mogao naići na nekoj drugoj planeti ili čak za bilo koji predmet koji bi mogao biti proizveden u epruveti na zemlji mogli utvrditi da li ga treba smatrati živim organizmom. Teorijski su pojmovi, upravo kao i pojam živa organizma, bez oštrih granica; ali to očigledno nije zapreka tome da budu primjereno shvaćeni za svrhe znanosti.

Herbert Feigl

„ORTODOKSNO" GLEDANJE NA TEORIJE: PRIMEDBE U ODBRANU I KRITIKA

Svrha sledećih primedbi je da predstave u opštim crtama neke od važnijih osobina naučnih teorija. Razmatraću „standardno" ili „ortodoksno" gledište uglavnom zato da bih pripremio metu za kritike, od kojih ću neke ukratko skicirati anticipirajući ih. Standardni prikaz strukture naučnih teorija dao je sasvim eksplicitno Norman R. Campbell [7], kao i R. Carnap [12] nezavisno od njega u jednom malo poznatom članku. Velik deo obimne literature iz filozofije nauke logičkih empirista i njima srodnih mislilaca sadrži, premda sa veoma mnogo varijacija, razvijanja, modifikacija i terminoloških raznolikosti, suštinski slične analize logičke strukture i empirijskih osnova teorija fizike, biologije, psihologije i nekih društvenih nauka. Unekoliko anticipirajući Campbella i Carnapa, Moritz Schlick je, u svojem epohalnom *Allgemeine Erkenntnislehre* [38], zastupao učenje o „implicitnoj definiciji". U ovome je on bio pod uticajem Hilbertove aksiomatizacije geometrije, kao i Poincareovih i Einsteinovih shvatanja teorijske fizike i uloge geometrije u fizici. Ova problematika je potom bila razvijana potpunije i preciznije u delu H. Reichenbacha, R. Carnapa, C. G. Hempela, R. B. Braithwaitea, E. Nagela i mnogih drugih logičara i metodologa nauke.

Da bi se shvatio cilj ovog značajnog pristupa u filozofiji nauke, suštinsko je razlikovati ga od istorijskih, socioloških i psiholoških proučavanja naučnih teorija. Budući da se o ovome pojavio priličan broj nerazumevanja vrednih žaljenja, pokušaću da branim legitimnost i plodnost ove razlike, pre nego što razmotrim koje su to, čak i po mom mišljenju, problematičnije tačke u „ortodoksnom" logičko-analitičkom prikazu.

Hans Reichenbach [36] je bio taj koji je skovao nazive za važnu razliku između „analizâ u kontekstu otkrića" i „analizâ u kontekstu opravdanja". Ako ova široko rasprostranjena

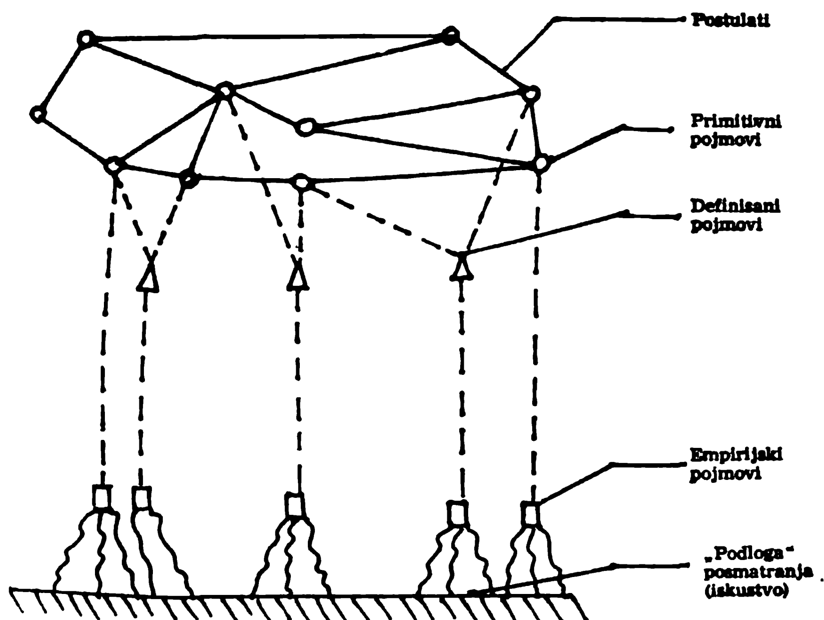
terminologija i nije baš najsrećnija, njena svrha je sasvim jasna: jedna je stvar pratiti tragove istorijskih izvora, psihološkog porekla i razvoja, društveno-političko-ekonomskih uslova za prihvatanje ili odbacivanje naučnih teorija, a sasvim je druga stvar obezbediti logičku rekonstrukciju pojmovnih struktura i proveravanja naučnih teorija.

Priznajem da me obeshrabruje ogromno — čini se gotovo namerno — nerazumevanje i suprotstavljanje kojima je poslednjih godina ovo razlikovanje bilo izloženo. Ovo razlikovanje i, zajedno s njim, srodna ideja racionalne rekonstrukcije sasvim su jednostavni i stari su koliko Aristotel i Euklid. U Aristotelovom prikazu deduktivne logike, uglavnom u njegovoj silogistici, imamo jedan rani pokušaj da se pravila valjanosti nužnog zaključivanja učine eksplicitnim. Za ovu svrhu bilo je za Aristotela neophodno da zanemari psihološke činioce kakav je plauzibilnost i da eksplicitno formuliše neke od oblika stavova sadržanih u deduktivnom rezonovanju. Ovo je, takođe, zahtevalo preinačavanje načina govora običnog jezika u standardne formalne izraze. Na jednom izuzetno jednostavnom primeru podsetimo se da je „Samo odraslima je dozvoljen pristup" imalo da bude prevedeno kao „Svi kojima je dozvoljen pristup su odrasli". Tek pošto su standardne forme zamenile izraze uobičajenog govora, valjanost deduktivnog izvođenja mogla je biti „automatski" proverena, npr. u današnje vreme uz pomoć elektronskih kompjutera.

Osim toga, Euklid je već imao prilično jasan pojam o razlici između čisto logičkih ili „formalnih" i izvanlogičkih istina. Ovo je očigledno iz njegovog razlikovanja aksioma od postulata geometrije. Sa naše moderne tačke gledišta još uvek je neophodno razlikovati korektnost (valjanost) izvođenja, bilo u dokazu teoreme u čistoj matematici ili u odgovarajućem dokazu u primenjenoj matematici (kakav je u teorijskoj fizici), od empirijske adekvatnosti (potvrđenosti ili potkrepljenosti) jedne naučne teorije. U popriličnom skladu sa paradigmom Euklidove geometrije, na teorije u činjeničkim naukama dugo se gledalo kao na hipotetičko-deduktivne sisteme. To će reći da su teorije skupovi pretpostavki koje sadrže „primitivne", tj. nedefinisane termine. Najvažnije od ovih pretpostavki su, po svom logičkom obliku, zakonoliki tj. univerzalni stavovi. I, baš kao i u geometriji, potrebne su definicije da bi se izvele teoreme posebnijeg karaktera. Ove definicije mogu biti raznovrsne: eksplicitne, kontekstualne, koordinativne itd. One su neophodne za izvođenje empirijskih zakona iz opštijih i, obično, apstraktnijih pretpostavki (postulata). „Primitivni" pojmovi služe kao definijensi „izvedenih". Sami primitivni poj-

movi ostaju nedefinisani (eksplicitnom definicijom). Oni se mogu smatrati jedino „implicitno“ definisani ukupnim skupom aksioma (postulata). Ali, važno je shvatiti da implicitna definicija ovako shvaćena ima često sintaktički karakter. Ovako definisani pojmovi lišeni su empirijskog sadržaja. Čovek može prilično oklevati da ovde govori o „pojmovima“, budući da, strogo govoreći, ovde nema čak ni „logičkog“ značenja, kako ga razumeju Frege i Russell. Bilo koji sistem postulata, uzet kao (do sada) *empirijski neinterpretiran*, prosto ustanovljuje jednu mrežu simbola. Sa tim simbolima treba postupati u skladu sa unapred datim pravilima formacije i transformacije, a njihova „značenja“ su, ako čovek ovde uopšte može govoriti o značenjima, čisto formalna. Sa stanovišta klasične logike, implicitne definicije su kružne. Ali, kao što je to jednom tako lepo rekao C. I. Lewis, što je veći, krug je sve manje poročan. Za mene ovo znači da je „plodan“ ili „plodonosan“ skup postulata onaj iz koga se može (netrivijalno) izvesti velik (po mogućnosti neograničen) broj teorema, a ova poželjna osobina je, jasno, zavisna od načina na koji su primitivni termini povezani jedan s drugim u mrežu koju formiraju postulati, a takođe i od pogodnosti definicija izvedenih (definisanih) termina.

U slikovitim ali prosvetljujućim razjašnjenjima koja su upotrebili, npr., Schlick, Carnap, Hempel i Margenau, „čisti račun“, tj. neinterpretirani sistem postulata, slobodno „pluta“ ili „lebdi“ iznad ravni iskustvenih činjenica. Sistem postulata dobija empirijsko značenje jedino preko „povezujućih karika“, tj. „koordinativnih definicija“ (Reichenbachovi termini, približno sinonimni sa „pravilima korenspondencije“ Margenaua i Carnapa, ili sa „epistemičkim korelacijama“ Northropa, i samo povezani, ali ne i striktno izjednačeni, sa Bridgmanovim „operacionalnim definicijama“). Jedan jednostavan dijagram (u stvari, isuviše uprošćen!) ilustrovaće ovu logičku situaciju. Kao što dijagram pokazuje, osnovni teorijski pojmovi (primitivni pojmovi) su implicitno definisani postulatima u kojima se pojavljuju. Ovi primitivni pojmovi (O), ili češće izvedeni pojmovi (△) koji su pomoću njih eksplicitno definisani, povezani su („koordinirani“) pravilima korespondencije sa pojmovima (□) koji se odnose na činjenice posmatranja, npr. na, u fizičkim naukama obično na prilično direktno merljive, količine kao što su masa, temperatura i intenzitet svetlosti. Ovi iskustveni pojmovi su, zauzvrat, „operacionalno definisani“, tj. definisani su podrobnijim određivanjem pravilâ posmatranja, merenja, eksperimentisanja ili statističkog planiranja koja određuju i ograničavaju njihovu primenljivost i primenu.



Bridgman je razlikovao „fizičke" od „mentalnih" operacija. Ono što je on imao na umu je možda jasnije, ali takođe i nezgrapnije, izraženo razlikovanjem opažajnih (i merno-eksperimentalnih) od logičko-matematičkih, tj. proračunskih procedura. Zamišljena dovoljno široko, ova dva tipa „operacija" pokrivaju celokupnu raznolikost bližih određenja značenja naučnog pojma bilo koje vrste. Ali, Bridgmanovi primeri pokazuju da je on pažnju usredsredio prvenstveno na pojmove koji su prilično bliski „ravni posmatranja". Jedan veoma elementaran slučaj je pojam (prosečne) brzine tela koje se kreće, za datu razdaljinu u prostoru i odgovarajući interval vremena: odredite drvenim metrom, ili vrpcom za merenje itd., razdaljinu, a uz pomoć štoperice ili drugih hronometrijskih sprava trajanje koje je u pitanju; to su primeri Bridgmanovih „fizičkih" operacija. Onda podelite brojčani rezultat prve sa brojčanim rezultatom druge operacije („mentalna" operacija aritmetičkog deljenja), i došli ste do svog rezultata: (prosečne) brzine.

Jasno, visoko teorijski pojmovi, kao što je, na primer, pojam „spina" u kvantnoj mehanici, sadrže u sebi mnogo složenije operacije — *oba* tipa. Prema tome, mislim da je preporučljivo govoriti o operacionalnim definicijama jedino kada su u pitanju „empirijski" pojmovi. Značenje teorijskih poj-

mova može biti pobliže određeno jedino njihovim mestom u celokupnom teorijskom sistemu koji u sebi sadrži postulate, definicije, pravila korespondencije i, konačno, operacionalne definicije. Na ove poslednje ukazuju „žilice" koje „usidruju" empirijske pojmove u „podlogu" iskustva, tj. merno-eksperimentalna opažanja.

Sa stanovišta „ortodoksne" logičke analize naučnih teorija, opšte je mišljenje da („primitivnim") pojmovima u postulatima, *kao i samim postulatima, može* biti data *samo delimična* interpretacija. Ovo pretpostavlja oštru razliku između jezika opažanja (opažajnog jezika; O. J.) i jezika teorija (teorijskog jezika; T. J.). Tvrdi se da je O. J. potpuno shvaćen. Zaista, po Carnapovom gledištu, na primer, O. J. nije ni na koji način teorijski-opterećen ili „zaprljan" teorijskim postavkama ili pretpostavkama. U ranijoj fazi pozitivizma, na primer u Carnapovoj [8], predloženo je nešto poput jezika čulnih datosti (u stvari, jezika trenutačnog celokupnog neposrednog iskustva) kao probno tlo svih interpretativnih, teorijskih stavova ili stavova zaključivanja. Ovo je, jasno, humeovsko učenje o „utiscima" osavremenjeno uz pomoć moderne logike. Carnap je, vrlo verovatno pod uticajem kritika Ottoa Neuratha i Karla R. Poppera, kasnije predložio intersubjektivni „fizikalistički" O. J. kao jezik koji ima prednost nad suštinski subjektivističkim („metodološki solipsističkim") O. J. Prema tome, očitavanje skala na mernim instrumentima i drugi slični objektivni ili intersubjektivno usklađeni „podaci" služili bi kao opažajna osnova. Teorijski pojmovi se oštro suprotstavljaju terminima koji se tako odnose na intersubjektivno opažljive kvalitete i relacije. Termini kao što su „elektromagnetsko polje", „neutron", „neutrino" i „spin" shvaćeni su samo delimično, tj. uz pomoć postulata, eksplicitnih definicija, pravilâ korespondencije i operacionalnih definicija. U slikovitom opisu našeg dijagrama rečeno je da postoji jedan „uzlazni prodor" značenja od opažajnih termina ka teorijskim pojmovima.

Ovo je, u opštim crtama, „ortodoksni" prikaz teorija u činjeničkim naukama. On je dao putokaze za brojne aksiomatizacije empirijskih teorija. Različite grane teorijske fizike [35], biologija [40], posebno genetika, psihologija, posebno teorija o učenju [23] i najskorija obimna produkcija P. Suppesa i njegovih saradnika sa Stanford univerziteta u širokom području predmeta — svi oni daju primere mnogobrojnih načina kako se ovakve rekonstrukcije mogu provoditi. Sporno je koliko je stroga aksiomatizacija baš plodna ili korisna za tekući stvaralački rad teorijskih naučnika. Ako zanemarimo takvu relativno neformalnu i „polovičnu" aksiomatizaciju ka-

kva se može naći u delu velikih naučnih inovatora kao što su Newton, Maxvell i Einstein, može se sasvim lepo reći da logičari nauke rade prvenstveno tako što preispituju već postojeće teorije. To jest, oni *analiziraju* datu teoriju s obzirom na njenu logičku strukturu i njenu empirijsku osnovu, ali ni na koji način ništa ne dodaju sadržaju teorije koja je u pitanju. Izlgeda mi da čak i ovo, relativno skromno, nastojanje može biti korisno na sledeće načine: (1) Ono nam omogućava da razumemo datu teoriju jasnije; ovo je važno barem u postupcima podučavanja i učenja. (2) Ono nam daje jedno preciznije oruđe za procenjivanje korektnosti logičko-matematičkih izvođenja s jedne, i stepena potpore (ili, u suprotnom, negacije) od strane svedočanstva s druge strane. (3) Budući da nijedna istinski plodna i važna teorija nije „monolitna", nego se pre sastoji od izvesnog broja logičkih nezavisnih postulata, egzaktna rekonstrukcija može dobro pokazati koji postulati počivaju na kojim empirijskim svedočanstvima.

Mora odmah da se kaže da se sva tri ova tvrđenja danas osporavaju. Što se tiče tačke (1), neke kritike se odnose na stanovište „delimične interpretacije". Pre svega, tvrdi se da razlika između opažajnih i teorijskih pojmova uopšte nije tako oštra ili fundamentalna; drugo, u vezi sa ovim, uporno se tvrdi da nema opažajnih iskaza koji su slobodni od teorijskih pretpostavki. Feyerabend ide čak i dalje: on misli da ne postoji nikakva neutralna opažajna osnova i da nikakva osnova i nije potrebna za proveravanje teorija. On tvrdi da se teorije proveravaju jedne protiv drugih. Ako bi bilo tako, što ja ne priznajem, tada bi čak i najliberalniji empirizam morao da bude napušten u korist, za mene, vrlo problematičnog oblika racionalizma. Ali, Feyerabendovo tumačenje istorije naučnih teorija izgleda mi prilično ekstravagantno!

Osim toga, osporava se da možemo razumeti naučne teorije u potpunosti, te da je, prema tome, učenje o „uzlaznom prodoru" sasvim pogrešno. Jedan razlog zbog kojeg ova kritika može izgledati opravdana jeste da razumevanje teorijskih pojmova i postulata počiva na upotrebi analogija ili analoških modela. Ja bih odmah priznao ogroman značaj analoškog shvaćanja i izvođenja u heurističkim i didaktičkim stvarima. Ali, pitanje je za raspravu da li je analoško shvaćanje deo stvarnog saznajnog sadržaja teorija.

S obzirom na tačku (2), koja se tiče odvajanja procenjivanja valjanosti izvođenja od procenjivanja empirijske adekvatnosti teorija, jedva mogu da vidim neke dobre osnove za kritiku. Naravno, zamislivo je da bi upotreba alternativnih, na primer polivalentnih, logika mogla ovde pokrenuti neka pi-

tanja. Ali od kada su analize naučnog objašnjenja date na osnovi *statističkih* postulata, posebno od strane C. G. Hempela [20, 21], saznali smo kako da objasnimo nededuktivna izvođenja koja su, u stvari, *pravilo* pre nego izuzetak u skorašnjoj nauci. Mnogo veću težinu imaju pitanja koja se tiču precizne analize pojma potpore svedočanstva ili „potvrđivanja" teorija posmatranjima (upotpunjenim, gde god je to izvodljivo, merenjem, eksperimentisanjem ili statističkim planiranjem). Ovde ću samo pomenuti korenito različita gledišta Carnapa i Poppera. Carnap je predložio „logički" pojam verovatnoće ili stepena potvrđenosti jedne hipoteze na osnovi datog korpusa svedočanstva. Popper veruje da se rast naučnog znanja zbiva posredstvom strogog proveravanja predloženih hipoteza i da su one hipoteze koje opstanu posle takvih provera „potkrepljene". Popperov „stepen potkrepljenosti", za razliku od Carnapovog „stepena potvrđenosti", nije verovatnoća; on se ne ravna prema principima računa verovatnoće. Spor između ovih dveju škola mišljenja još se nastavlja, ali prilično je jasno da one, u stvari, rekonstruišu različite pojmove, pri čemu svaka obećava istinsko prosvetljavanje. Postoje takođe temeljna neslaganja među različitim školama mišljenja u statističkom metodu. Ovde može biti spomenut spor između „Bayesovaca" ili „subjektivista" i „objektivista", npr. onih koji prihvataju Neyman-Pearsonov pristup. Odvelo bi nas isuviše daleko čak i da samo ocrtamo različite važne tačke u sporu.

Konačno, u vezi s tačkom (3), susrećemo se sa problemima koje je prvi postavio Pierre Duhem, a u skorije vreme W. V. O. Quine. Oni tvrde da teorije mogu biti proveravane samo globalno, jer se (obično) iz konjukcije svih postulata jedne teorije izvodi neka konkluzija koja se onda ili verifikuje ili pobije posmatranjem. Ovo mišljenje ne treba da bude pomešano sa onim (prilično neverovatnim) tvrđenjem koje je jednom prilikom izrekao Sigmund Freud, ili njegove pristalice, da je, što se njih tiče, psihoanalitička teorija „monolitna", tj. da treba da bude prihvaćena ili, pak, odbačena u svojoj celokupnosti. Duhem i Quine ne poriču da se teorije u empirijskim naukama sastoje od *logički nezavisnih* postulata, ili da one bar tako mogu biti rekonstruisane. Ono što oni poriču jeste da ti postulati mogu biti *proveravani* nezavisno. *Prima facie* ovo izgleda plauzibilno, jer su prilikom proveravanja jednog postulata drugi pretpostavljeni. Sama upotreba instrumenata za posmatranje i eksperimentisanje sadrži u sebi pretpostavke o funkcionisanju tih instrumenata. Prema tome, u formalnoj rekonstrukciji proveravanja teorije uvek ima pretpostavki ili pomoćnih hipoteza ili delova opšteg znanja koje

leži u pozadini, koji su, u datom kontekstu, uzeti zdravo za gotovo. Jedan pogled izbliže na stvarnu istoriju i postupke naučnog istraživanja, međutim, upućuje na to da su pomoćne hipoteze itd., obično bile „osigurane" prethodnim potvrđivanjem (ili potkrepljivanjem). A, naravno, dok su i najbolje ustanovljene hipoteze podložne reviziji, bilo bi nerazborito posumnjati u njih dok su neke druge „riskantnije" hipoteze pod kritičkim ispitivanjima. Tako, npr., astronom se oslanja na optiku svojih teleskopa, spektroskopa, kamera itd., u proveravanju date („egzotične") astrofizičke hipoteze. Slično tome, funkcionisanje instrumenata eksperimentalne atomske i subatomske fizike (maglene ili mehuraste komore, Gajgerovi brojači, akceleratori itd.) uzima se zdravo za gotovo prilikom ispitivanja date hipoteze iz kvantne mehanike ili nuklearne teorije. Sve je ovo prosto praktična mudrost koja nam nalaže da ne sumnjamo u sve podjednako jako u isto vreme. I nešto još značajnije; izgleda da „otkrivanje krivca; tj. prepoznavanje neistinitih pretpostavki jeste jedan od primarnih ciljeva kao i vrlinâ eksperimentalnih ili statističkih tehnika. Tako je hipoteza o nepokretnom eteru bila pobijena Michelson-Morleyevim i analognim eksperimentima. Ona je bila definitivno pobijena, pod uslovom da teorijski fizičari ne pribegavaju posebnim *ad hoc* hipotezama. Ritzova „balistička" hipoteza o širenju svetlosti i elektromagnetskog zračenja uopšte bila je pobijena posmatranjima dvostrukih zvezda koja je vršio de Sitter. *Oba* ova svedočanstva potrebna su za opravdanje Einsteinovih postulata u specijalnoj teoriji relativnosti. Einsteinov genije se karakteristično manifestovao kada je on 1905. tačno pogodio ono što je de Sitter dokazao tek šest godina kasnije. A ima izvesnog razloga da se veruje da se on nije izričito koristio čak ni rezultatom Michelsom-Morleyevog eksperimenta. Pored svega toga, objektivna potvrda Einsteinove teorije ipak zavisi od ovih tipova svedočanstva.

Zajedno sa „ortodoksnim" gledištem na strukturu naučnih teorija ide i prikaz o nivoima naučnog objašnjenja koji sam, premda često implicitno, formulisao eksplicitno u jednom od mojih ranih članaka [14]. Na ovaj prikaz se, možda donekle sarkastično, osvrnuo Feyerabend kao na gledište koje teorije vidi kao „torte sa spratovima". Ja još uvek mislim da je ovaj prikaz razjašnjavalački sve ako su mu i potrebne neke popravke. Kao prvu grubu aproksimaciju, prikaz koji je u pitanju tvrdi da se temeljni nivo sastoji od opisâ; da li su oni zasnovani na opažanju ili na zaključivanju, u ovom kontekstu nije važno. Na ovaj prvi nivo smeštamo eksplanandum, tj. pojedinačnu činjenicu ili događaj koji treba da bude objašnjen,

ili radije njegovu lingvističku ili matematičku formulaciju. Logički govoreći, na ovom nivou bi trebalo da se pojave samo singularne rečenice ili njihove konjunkcije. Neposredno iznad ovog nivoa su empirijski zakoni (deterministički ili statistički, već prema tome kakav je slučaj). Ovim empirijskim (ili eksperimentalnim) zakonima možemo se koristiti u objašnjavanju činjenica ili događaja temeljno opisanih. Ova nam se objašnjenja obično čine prilično trivijalnim zato što se svode na prosto podvođenje pojedinačne činjenice ili događaja pod neku klasu bliže određenu datim empirijskim zakonom. Na primer, činjenica da sočivo funkcioniše kao uveličavajuće staklo može se objasniti Snellovim zakonima o prelamanju svetlosnih zraka. Snellov zakon određuje odnos upadnog ugla prema uglu prelamanja pomoću jednostavne matematičke funkcije. Snellov zakon se, zauzvrat, može izvesti iz talasne teorije svetlosti. Ova nam teorija već omogućava da izvedemo ne samo zakone prelamanja nego takođe i zakone širenja, odbijanja, difrakcije, interferencije i polarizacije. Još viši nivo objašnjenja dosegnut je u Maxwellovim principima elektrodinamike (elektromagnetike). Ovde su fenomeni svetlosti objašnjeni kao jedna mala podklasa elektromagnetskih talasa, zajedno sa radio-talasima, infracrvenim, ultraljubičastim, x-talasima, gama--zračenjima itd. Ali da bi se razumeli takvi optički fenomeni kao što su odbijanje i prelamanje, bila je potrebna teorija o interakciji elektromagnetskih talasa sa različitim vrstama materijalnih supstanci. Da bi se to postiglo, krajem prošlog veka bile su uvedene atomska i elektronska teorija. Ali za jedno potpunije i preciznije objašnjenje možemo se uspeti na sledeći i do sada „najviši“ nivo, naime, do teorija kvantne fizike.

Mislim da analiza te strukture nivoa čini jasnim progres od empirijskih zakona do teorija sve veće i veće objašnjavalačke moći. Govoreći veoma neformalno, odnos između činjenica i postulata je ono što predstavlja objašnjavalačku moć teorija. Cilj naučnog objašnjenja kroz vekove bio je *ujedinjenje,* tj. obuhvatanje maksimuma činjenica i pravilnosti uz pomoć minimuma teorijskih pojmova i pretpostavki. Značajan uspeh postignut posebno u teorijama fizike, u hemiji i donekle u savremenoj biologiji, podstakao je težnju ka jednom jedinstvenom sistemu objašnjavalačkih premisa. Da li je ovaj cilj moguće dostići zavisi, naravno, i od prirode sveta i od ingenioznosti naučnika. Mislim da je to ono što je Einstein imao na umu u svojim čuvenim izrekama: „Bog je suptilan, ali On nije zloban“; „Jedina stvar koja je neshvatljiva jeste ta da je svet shvatljiv“. (Postoji ozbiljna neizvesnost u vezi sa smislom treće dobro poznate Einsteinove izreke „Bog se ne koc-

ka".) Einsteinovo duboko uverenje o temeljnom determinizmu prirode — u „krajnjoj osnovi" — danas deli veoma malo teorijskih fizičara. Može biti da i nema krajnje osnove; štaviše, nema kriterijuma koji bi nam rekao da smo dospeli (ako smo zaista dospeli!) do krajnje osnove.

Međutim, plauzibilnost ovog modela strukture s nivoima bila je drastično pogođena Feyerabendovom kritikom. On je još pre nekoliko godina ukazao na to da jedva da postoji primer koji ilustruje strogu izvodivost nižih iz viših nivoa, čak i u teorijama sa stopostotno determinističkim zakonolikim postulatima. Prost razlog za to je da u ispravnom deduktivnom zaključku ne može biti pojmova u zaključku koji nisu prisutni u premisama i definicijama. Većina nas je mislila da će definicije, ili bar vezni zakoni, obaviti posao. U stvari, međutim, niži nivoi koji svojom formulacijom (istorijski) obično prethode konstruisanju viših nivoa, po pravilu se oštro revidiraju u svetlosti teorije višeg nivoa. Ovo je sigurno bio slučaj u odnosima newtonovske prema einsteinovskoj fizici, maxwellovske prema kvantnoj elektrodinamici itd. Prikazujući shemu nivoa u mojim kursevima iz filozofije nauke, ja sam, preko trideset godina, govorio o „korekcijama odozgo" koje pritiču nižem nivou zakonolikih tvrdnji. Takođe treba priznati da dok su neke od tih korekcija, u okviru izvesnog dosega relevatnih varijabli, tako male da su praktično zanemarljive, one postaju prilično značajne i čak neodredljivo velike izvan tog dosega. Štaviše, i ovo je važno, pojmovni okviri teorija različitih nivoa su tako korenito različiti da isključuju bilo kakve deduktivne odnose. Samo ako vezni zakoni pomognu u definisanju pojmova nižeg nivoa, izvođenja se mogu učiniti deduktivnim.

U neslaganju sa Feyerabendom ostajem ubeđen da prilikom proveravanja neke nove teorije relevantni opažajni jezik ne sme biti zaprljan tom teorijom; niti, pak, tu treba da postoji rivalska alternativna teorija. Ako on tvrdi da u većini slučajeva empirijskog proveravanja postoje pretpostavke opšteg teorijskog karaktera, ja bih dokazivao da su te opšte pretpostavke, koje se odnose, na primer, na relativnu postojanost laboratorijskih instrumenata ili eksperimentalnih izveštaja, „teorijske" jedino sa jednog dubokog epistemološkog stanovišta i da ne dolaze u pitanje kada, na primer, pokušavamo da eksperimentalno odlučimo između rivalskih teorija u fizičkim, biološkim ili društvenim naukama.

U zaključku želim da kažem da „ortodoksno" gledanje na naučne teorije može pomoći u razjašnjavanju njihove logičko-matematičke strukture, kao i njihove empirijske potvrđenosti (ili nepotvrđenosti). Treba da se naglasi, a ne samo da se stid-

ljivo prizna, da je racionalna rekonstrukcija teorijâ jedna veoma izveštačena operacija preispitivanja već postojećih teorija koja ima malo zajedničkog sa radom stvaralačkog naučnika. Nijedan filozof nauke pri svojoj zdravoj pameti ne smatra ovu vrstu analize receptom za konstruisanje teorija. Ipak, čak i stvaralački naučnik upotrebljava, bar neformalno i implicitno, neke od kriterijuma logičko-empirijske analize i procene koje logičar nauke nastoji da učini potpuno eksplicitnim. Možda ovde postoji analogija sa razlikom između stvaralačkog kompozitora muzike i stručnjaka za muzičku teoriju (kontrapunkt, harmoniju itd.). Gledano *psihološki*, stvaranje umetničkog dela i stvaranje naučne teorije mogu imati mnogo zajedničkog. Ali, gledano logički, merila i kriterijumi za procenjivanje su korenito različiti, ako ni zbog čega drugog a ono zbog toga što su *ciljevi* umetnosti i nauke toliko različiti.

Prema standardnom gledištu, pravila korespondencije su semantička pravila označavanja. Ona samo daju empirijsku interpretaciju do tada potpuno neinterpretiranog sistema postulata (čistog računa). Dopustite mi da još jednom naglasim da je ovaj način gledanja na teorije stvar jedne veoma izveštačene rekonstrukcije. Ona ni najmanje ne odražava način na koji teorije nastaju. Pravila korespondencije, tako shvaćena, razlikuju se od veznih zakonâ po tome što ovi poslednji obrazuju empirijska tvrđenja. Na primer, ako vezni zakon ustanovljuje odnos između srednje kinetičke energije molekula gasa i termometarski određene temperature gasa, onda je to, govoreći logički, stvar kontingentne empirijske pravilnosti. Pa ipak, u jednoj potpunoj teoriji o toploti, tj. statističkoj i kvantno mehaničkoj, ponašanje termometričkih supstanci, na primer alkohola, žive i gasova, bilo bi, u principu, izvodivo. Stoga na vezne zakone treba gledati kao na *teoreme* dotičnih teorija. Ovo takođe može biti formulisano i tako da se kaže da je na taj način postignuto logički kontingentno izjednačavanje empirijskih sa teorijskim pojmovima. Ovo je sigurno deo onoga što se dešava u *svođenju* empirijskih zakona na teorije, ili teorija nižeg nivoa na teoriju višeg nivoa. Tako je teorija o svetlosnim zracima (optika) svedena na teoriju o elektromagnetskim talasima. Ili, svetlosni zraci su izjednačeni sa elektromagnetskim talasima izvesnih talasnih dužina i frekvencija. Slično tome, obična (kristalna) stona so izjednačena je sa trodimenzionalnom rešetkom natrijumovih i hlorovih atoma itd., itd. Svođenje (delova) psihologije na neurofiziologiju je još uvek naučno i filozofski problematično i sporno, ali ako uspe ono će u sebi sadržati izjednačavanje kvalitetâ neposred-

nog iskustva sa izvesnim šemama nervnih procesa. U jednoj jedinstvenoj teoriji percepcije datosti opažanja bi, u tom slučaju, bilo moguće okarakterisati kao direktno-poznatljive aspekte moždanih procesa.

LITERATURA

1. Achinstein, Peter. *Concepts of Science,* Baltimore, Johns Hopkins press, 1968.

2. Achinstein, Peter i Stephen F. Barker (urednici). *The Legacy of Logical Positivism,* Baltimore, Johns Hopkins Press, 1969.

3. Braithwaite, R. B. *Scientific Explanation,* Cambridge. Cambridge University Press, 1968.

4. Bridgman, P. W. *The Logic of Modern Physics,* New York, Macmillan, 1927.

5. Bridgman, P. W. *The Nature of Physical Theory,* Princeton, N. J., Princeton University Press, 1936.

6. Bunge, Mario. *The Foundations of Physics,* Berlin, Heidelberg, and New York, Springer, 1967.

7. Campbell, Norman Robert. *Physics: The Elements,* Cambridge, Cambridge University Press, 1920.

8. Carnap, Rudolf. *Der Logische Aufbau der Welt,* Berlin Schlachtensee, Weltkreis Verlag, 1928.

9. Carnap, Rudolf. *Foundations of Logic and Mathematics,* vol. I, no. 3 of the International Encyclopedia of Unified Science, Chicago, University of Chicago Press, 1939.

10. Carnap, Rudolf. „The Methodological Character of Theoretical Concepts“, H. Feigl i M. Scriven, (urednici), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science,* vol. I. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1956.

11. Carnap, Rudolf. *Philosophical Foundations of Physics,* New York, Basic Books, 1966.

12. Carnap, Rudolf. „Ueber die Aufgabe der Physik und die Anwendung des Grundsatzes der Einfachstheit,“ *Kant--Studien,* 28, 1923, 90—107.

13. Colodny, Robert G. (urednik), *Beyond the Edge of Certainty,* Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1965.

14. Feigl, Herbert. „Some Remarks on the Meaning of Scientific Explanation,“ u H. Feigl i W. Sellars (urednici), *Readings in Philosophical Analysis,* New York, Appleton-Century-Crofts, 1949.

15. Feigl, Herbert. „Confirmability and Confirmation“, u P. P. Wiener (urednik), *Readings in Philosophy of Science*, New York, Scribner's, 1953.

16. Feigl, Herbert. *The „Mental“ and the „Physical“: The Essay and a Postscript*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1967.

17. Feyerabend, Paul K. „Problems of Empiricism“, u R. G. Colodny (urednik), *Beyond the Edge of Certainty*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1965.

18. Feyerabend, Paul K. „How to Be a Good Empiricist — A Plea for Tolerance in Matters Epistemological“, u B. Baumrin (urednik), *Philosophy of Science: The Delaware Seminar*, vol. 2, New York, Wiley, 1963.

19. Grünbaum, Adolf. *Philosophical Problems of Space and Time*, New York, Knopf, 1963.

20. Hempel, Carl G. *Aspects of Scientific Explanation*, New York, Free Press, 1965.

21. Hempel, Carl G. „Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation“, u H. Feigl and G. Maxwell (urednici), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1962.

22. Hempel, Carl G. *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1952.

23. Hull, Clark L., et al. *Mathematico-Deductive Theory of Rote Learning*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1940.

24. Körner, Stephan. *Experience and Theory*, New York, Humanities, 1966.

25. Lenzen, V. F. *The Nature of Physical Theory*, New York, Wiley, 1931.

26. Margenau, Henry. *The Nature of Physical Reality*, New York, McGraw-Hill, 1950.

27. Mehlberg, Henryk. *The Reach of Science*, Toronto, University of Toronto Press, 1958.

28. Nagel, Ernest. *The Structure of Science*, New York, Harcourt, Brace and World, 1961.

29. Northrop, F. S. C. *The Logic of the Science and the Humanities*, New York, Macmillan, 1947.

30. Pap, Arthur. *An Introduction to the Philosophy of Science*, New York, Free Press, 1962.

31. Poincaré, Henri. *Science and Hypothesis,* New York, Dover, 1952.

32. Poincaré, Henri. *Science and Method,* New York, Dover, 1952.

33. Popper, Karl R. *Conjectures and Refutations,* New York, Basic Books, 1962.

34. Popper, Karl R. *The Logic of Scientific Discovery,* New York, Harper, 1959.

35. Reichenbach, Hans. *Axiomatik der relativistischen Raum-Zeit-Lehre,* Braunschweig, Vieweg, 1924.

36. Reichenbach, Hans. *Experience and Prediction,* Chicago, University of Chicago Press, 1938.

37. Scheffler, Israel. *The Anatomy of Inquiry,* New York, Knopf, 1963.

38. Schlick, Moritz. *Allgemeine Erkenntnislehre* (drugo izdanje), Berlin. Springer, 1925 (prvo izdanje 1918).

39. Smart, J. J. C. *Between Science and Philosophy,* New York, Random House, 1968.

40. Woodger, Joseph Henry. *The Techniques of Theory Construction,* Chicago, University of Chicago Press, 1939.

Hilary Putnam

ŠTO TEORIJE NISU

U ovom članku razmatram ulogu *teorija* u empirijskoj znanosti i napadam ono što bi se moglo nazvati „prihvaćenim gledištem" — da o teorijama treba misliti kao o „djelomično interpretiranim računima" u kojima su samo „opažajni termini" „izravno interpretirani" (pri čemu su teorijski termini samo „djelomično interpretirani" ili, neki čak kažu, „djelomično shvaćeni").

Za početak prikažimo prihvaćeno gledište. To gledište razdvaja nelogički rječnik znanosti u dva dijela:

OPAŽAJNI TERMINI	TEORIJSKI TERMINI
termini kao	termini kao
„crven"	„elektron"
„dodiruje"	„san"
„štap" itd.	„gen" itd.

Osnova za diobu čini se da je slijedeća: opažajni termini odnose se na ono što bi se moglo nazvati javno opažljivim stvarima i oni označavaju opažljive osobine tih stvari, dok teorijski termini odgovaraju ostalim neopažljivim osobinama i stvarima.

To podjela termina u dvije klase tada dopušta generiranje podjele iskaza u dvije[1] klase kako slijedi:

OPAŽAJNI ISKAZI	TEORIJSKI ISKAZI
iskazi koji sadrže	iskazi koji sadrže
samo opažajne termine	teorijske termine
i logički rječnik	

[1] Ponekad se upotrebljava *trodjelna* dioba: opažajni iskazi, teorijski iskazi (koji sadrže *samo* teorijske termine) i „miješani" iskazi (koji sadrže obje vrste termina). Ta se razrada ovdje ne razmatra, jer ona ne izmiče nijednom od niže iznijetih prigovora.

Najzad, znanstvena je teorija shvaćena kao aksiomatski sistem koji se može smatrati prvotno neinterpretiranim i koji dobiva „empirijsko značenje“ kao rezultat specifikacije značenja *samo za opažajne termine*. Zatim se smatra da se vrsta djelomičnog značenja prenosi na teoretske termine kao nekom osmozom.

DIHOTOMIJA OPAŽAJNO — TEORIJSKO

Može se pomisliti na brojne distinkcije koje vape da budu provedene (za početak „novi“ termini nasuprot „starim“ terminima, stručni termini nasuprot nestručnima, termini manje-više specifični za jednu znanost nasuprot terminima zajedničkima za mnoge). Ono što ovdje tvrdim naprosto je slijedeće:

1) *Problem* za koji je smišljena ta dihotomija („kako je moguće interpretirati teorijske termine“) ne postoji.
2) Osnovni razlog koji su neki ljudi naveli za uvođenje te dihotomije pogrešan je: naime, opravdanje u znanosti *ne* ide „nadolje“ u pravcu opažajnih termina. U stvari, opravdanje u znanosti ide u bilo kojem pravcu koji može odgovarati — pri čemu se više opažajne tvrdnje ponekad opravdavaju više teorijskima i obrnuto. Štaviše, kako ćemo vidjeti, dok pojam *opažajnog izvještaja* ima neku važnost u filozofiji znanosti, takvi se izvještaji ne mogu identificirati na temelju rječnika koji sadrže ili ne sadrže.
3) U svakom slučaju, bilo da su razlozi za uvođenje te dihotomije dobri ili loši, gore izložena dvostruka distinkcija (opažajni termini-teorijski termini, opažajni iskazi-teorijski iskazi), u stvari, je potpuno neodrživa. To ću sada pokušati dokazati.

Na prvome mjestu, treba zapaziti da je dihotomija o kojoj raspravljamo uvedena kao eksplikativna a ne samo stipulativna podjela. To jest, riječi „opažajno“ i „teorijsko“ nemaju proizvoljna nova značenja koja su im pripisivana; naprotiv, otprije postojeće upotrebe tih riječi (osobito u filozofiji znanosti), pretpostavljamo, izoštruju se i pojašnjuju. A na drugome mjestu, treba se prisjetiti da imamo posla s dvostrukom distinkcijom a ne samo s jednostrukom. To će reći, dio teze koju kritiziram jest da se, kad se jednom povuče distinkcija između opažajnih i teorijskih *termina* kao gore, pomoću nje može povući distinkcija između teorijskih i opažajnih izvještaja i tvrdnji (otprilike u smislu uobičajenu u metodološkoj raspravi). Što mislim kad kažem da je ta dihotomija „potpuno neodrživa“ jest ovo:

(A) Ako je „opažajni termin“ onaj koji se ne može primijeniti na nešto neopažljivo, tada opažajni termini ne postoje[2].

(B) Mnogi termini koji se prvenstveno odnose na ono što bi Carnap klasificirao kao „neopažljive entitete“ nisu teorijski termini; a bar neki teorijski termini odnose se prvenstveno na opažljive entitete.

(C) Opažajni izvještaji mogu sadržavati, a često i sadrže, teorijske termine.

(D) Znanstvena teorija, u pravom smislu te riječi, može se odnositi samo na opažljive entitete. (Darwinova teorija evolucije u obliku kako je izvorno bila iznesena jedan je primjer.)

Da započnemo s pojmom „opažajnog termina“: Carnapova formulacija u *Testability and Meaning* (Carnap, 1955) bila je da termin, da bi bio opažajni termin, ne samo da mora odgovarati nekoj opažljivoj osobini, nego utvrđivanje da li je osobina prisutna ili nije opažač mora biti u stanju izvršiti u relativno kratko vrijeme i uz visok stupanj potvrđenosti. U svojoj najnovijoj mjerodavnoj publikaciji (Carnap, 1956) Carnap je prilično kratak. On piše: „Termini u V_0 [opažajnom rječniku] jesu predikati koji označuju opažljiva svojstva događaja ili stvari (npr. „plavo“, „vruće“, „veliko“ itd.) ili opažljive odnose između njih (npr. „x je toplije od y“, „x se dodiruje s y“ itd.) (Carnap, 1956, str. 41). Jedine daljnje pojašnjavajuće opaske što sam ih mogao pronaći jesu slijedeće: „Ime ‚opažajni jezik' može se shvatiti u užem i u širem smislu; opažajni jezik u širem smislu uključuje dispozicijske termine. U ovom članku uzimam opažajni jezik L_0 u užem smislu“ (Carnap, 1956, str. 63). „Opažajno svojstvo možemo smatrati jednostavnim specijalnim slučajem provjerljive dispozicije: na primjer, operacija iznalaženja da li je neka stvar plava ili siktava ili hladna sastoji se naprosto u gledanju, slušanju, odnosno doticanju te stvari. Pa ipak, *u rekonstrukciji tog jezika* [moj kurziv] čini se zgodnim uzeti neka svojstva za koja je procedura provjeravanja krajnje jednostavna (kao u danim primjerima) kao izravno opažljiva i upotrebljavati ih kao primitivne pojmove u L_0“ (Carnap, 1956, str. 63).

Ti odlomci pokazuju da bar Carnap smatra da opažajni termini odgovaraju osobinama koje se mogu otkriti bez pomo-

---

[2] Ovdje zanemarujem mogućnost trivijalnog konstruiranja termina koji se odnose samo na opažljive entitete: naime, dodavanjem „i opažljiva je stvar“ terminima koji bi se inače odnosili na neke neopažljive entitete. „Biti opažljiva stvar“ u nekom je smislu vrlo teorijski izraz a ipak se odnosi samo na opažljive entitete!

ći instrumenata. Ali dadu li se uvijek tako otkriti? Ili se jedan opažajni termin može ponekad odnositi na opažljivu stvar a ponekad i na neku neopažljivu? Mada nisam bio u stanju naći ma koji eksplicitan iskaz o tome, čini mi se da pisci poput Carnapa mora da *zanemaruju* činjenicu da *svi* termini — uključivši opažajne termine — imaju bar mogućnost da se odnose na neopažljive entitete. Stoga je njihov problem često bio formuliran u kvazihistorijskoj terminologiji — „Kako su teorijski termini mogli biti uvedeni u jezik?" A uobičajena rasprava snažno nameće zaključak da se time misli na slijedeću zagonetku: ako zamislimo vrijeme kada su ljudi mogli govoriti samo o opažljivim entitetima (nisu imali na raspolaganju nijedan teorijski termin), kako su uopće uspjeli *početi* govoriti o neopažljivim entitetima?

Moguće je da ovdje činim nepravdu Carnapu i njegovim sljedbenicima. Ipak, polemike na stranu, slijedeće točke moraju biti naglašene:

(1) Termini koji se odnose na neopažljive entitete u stvarnoj se povijesti znanosti *stalno* tumače uz pomoć već postojećih izraza koji se odnose na neopažljive entitete. Nikada nije bilo jezičkog stadija u kojem je bilo nemoguće govoriti o neopažljivim entitetima. Čak i trogodišnje dijete može razumjeti priču o „ljudima koji su premali da bismo ih mogli vidjeti"[3] a u tom izrazu ne javlja se niti jedan teorijski termin.

(2) Nema niti jednog *termina* o kojem je istina da *ne bi mogao* (bez promjene ili proširenja svog značenja) biti upotrijebljen tako da se odnosi na neopažljive entitete. Na primjer, Newton je tako upotrijebio „crveno" kad je pretpostavio da se crvena svjetlost sastoji od crvenih čestica[4].

---

[3] Von Wright je (u razgovoru) nabacio misao da je to *proširena* upotreba jezika (jer mi najprije naučimo riječi poput „ljudi" u vezi s ljudima koje *možemo* vidjeti). Međutim, taj argument iz „načina na koji učimo upotrebljavati tu riječ" čini se nevaljanim (usp. Fodor, 1961).

[4] Neki autori (premda ne Carnap) tumače razumljivost takva govora pomoću logički mogućih submikroskopskih opažača. Ali (a) takvi opažači čak niti po Newtonovoj teoriji ne bi mogli vidjeti pojedinačne fotone (ili čestice svjetlosti); i (b) kad se jednom uvedu takvi fizički nemogući (premda logički mogući) „opažači", zašto ne ići dalje pa imati opažače s osjetilima za električni naboj ili zakrivljenost prostora itd.? Valjda zato što *mi* možemo vidjeti *crveno*, ali ne *naboj*. Ali u tom slučaju to upravo i dokazuje da mi *razumijemo* „crveno" čak i kada se primjenjuje izvan našeg normalnog „dosega" čak i ako ga učimo ostenziono, bez *objašnjavanja* te činjenice. (Objašnjenje leži u ovome: da razumijevanje ma kojeg termina — čak i „crveno" — uključuje bar dva elementa: usvajanje sintakse prirodnog jezika i stjecanje neke pozadine ideja. Prenaglašavanje načina kako se „crveno" *poučava* dovelo je neke filozofe do toga da pogrešno razumiju kako se ono *uči*.

Ukratko: ako je „opažajni termin" termin koji se *može*, u načelu, upotrijebiti samo tako da se odnosi na opažljive stvari, onda *nema opažajnih termina*. Ako se, s druge strane, prizna da se izrazi koji se sastoje od samo opažajnih termina mogu odnositi na neopažljive entitete, nema više nikakva raztoga da se tvrdi *niti* da teorije i špekulacije o neopažljivim dijelovima svijeta moraju sadržavati „teorijske (=neopažajne) termine" *niti* da postoji ma kakav opći problem u pogledu toga kako se mogu uvoditi termini koji se odnose na neopažljive entitete. Oni filozofi koji vide teškoće u tome kako mi razumijemo teorijske termine trebali bi vidjeti jednake teškoće u tome kako mi razumijemo „crveno" i „manje od".

Toliko o pojmu „opažajnog termina". Dakako, čovjek može priznati to što je upravo dokazivano — da se „opažajni termini" u nekim kontekstima primjenjuju i na neopažljive entitete — a zadržati tu klasu (s prikladnim upozorenjem u pogledu toga kako treba razumjeti oznaku „opažajni termin"). Ali možemo li se složiti s tim da komplementarnu klasu — ono što bi trebalo nazvati „neopažajnim terminima" — treba označiti kao „teorijske termine"? Ne, jer izjednačavanje „teorijskog termina" s „terminom (različitim od „dispozicijskih termina" kojima je u Carnapovoj shemi dano posebno mjesto) koji označuju neku neopažljivu osobinu" neprirodno je i pogrešno. U drugu ruku, jasno je da je to golemo (i, vjerujem, nedovoljno motivirano) proširenje obične upotrebe da se termini kao što su „ljutit", „voli" itd. klasificiraju kao „teorijski termini" naprosto zato što se, navodno, ne odnose na ono što je javno opažljivo. Teorijski je termin u pravom smislu riječi onaj koji dolazi iz neke znanstvene *teorije* (a u 30 godina pisanja o „teorijskim terminima" gotovo je netaknut problem što je stvarno karakteristično za te termine). U tom smislu (a smatram da je taj smisao važan za raspravu o znanosti) „satelit" je, na primjer, teorijski termin (premda su stvari na koje se on odnosi sasvim opažljive[5]) a izraz „ne voli" očito nije.

Na našu bi se dosadašnju kritiku moglo odgovoriti tako da se prva dihotomija (dihotomija termina) preimenuje u „opažajno naspram neopažajnog" i da se na prikladan način „suzi" pojam „opažanja". Ali ozbiljnije su teškoće vezane s poisto-

[5] Carnap bi možda isključio „satelit" kao opažajni termin s razloga da treba razmjerno mnogo vremena da se prostim okom provjeri da je nešto satelit čak i ako je satelit blizu matičnom tijelu (premda bi se o tome moglo sporiti). Ipak, „satelit" ne može biti isključen niti iz sasvim drugog razloga da su mnogi sateliti predaleko da bi se mogli vidjeti (a to je razlog koji prvi pada na pamet), jer isto vrijedi i za golemu većinu *crvenih* stvari.

vjećivanjem na kojem se temelji druga dihotomija — s poistovjećivanjem „teorijskih iskaza" s iskazima koji sadrže neopažajne („teorijske") termine i „opažajnih iskaza" s „iskazima u opažajnom rječniku".

Da opažajni iskazi mogu sadržavati teorijske termine lako je ustanoviti. Na primjer, lako je zamisliti situaciju u kojoj bi se mogla pojaviti slijedeća rečenica: „Mi smo također *opažali* stvaranje dva para elektrona i pozitrona".

S tim se prigovorom ponekad nastoji tako izići nakraj da se predlaže „relativiziranje" opažajno-teorijske dihotomije prema kontekstu. (Carnap, međutim, odbacuje taj način u članku što smo ga citirali.) Čini mi se da taj prijedlog „relativiziranja" dihotomije nije od osobite pomoći. U prvom redu, lako se može zamisliti kontekst u kojem bi se izraz „elektron" pojavio u istom tekstu *i* u opažajnim izvještajima *i* u teorijskim zaključcima na temelju tih izvještaja. (Tako da bi došlo do iskrivljavanja ako bi se pokušalo staviti taj termin bilo u kutiju za „opažajne termine" bilo u kutiju za „teorijske termine".) U drugom redu, za koji je filozofski problem ili svrhu potrebna čak i relativizirana dihotomija?

Uobičajeni je odgovor da se ponekad iskaz A (opažajni) nudi u potporu iskaza B (teorijskog). Tada, da bismo objasnili zašto i sam A nije stavljen u pitanje u tom kontekstu, treba da budemo u stanju reći da u tom kontekstu A fungira kao opažajni izvještaj. Ali time se pogrešno shvaća ono što sam htio dokazati! Ja ne poričem potrebu za jednim pojmom kao što je „opažajni izvještaj". Ono što poričem jest da distinkcija između opažajnih izvještaja i, među ostalim, teorijskih iskaza može ili treba da se povlači na temelju rječnika. Pored toga, relativizirana dihotomija neće poslužiti Carnapovim svrhama. Teško da se može braniti teza da su teorijski termini samo djelomično interpretirani, dok su opažajni termini potpuno interpretirani, ako ne postoji oštra crta između te dvije klase. (Prisjetite se da Carnap kao svoj problem uzima „rekonstrukciju jezika", ne nekog izdvojenog znanstvenog konteksta.)

DJELOMIČNA INTERPRETACIJA

Pojam „djelomične interpretacije" ima prilično čudnu povijest — taj termin svakako ima stručni prizvuk i netko tko bi ga susreo u Carnapovim, Hempelovim ili mojim[6] radovima

[6] Upotrebljavao sam taj pojam nekritički u „Mathematics and the existence of abstract entities" (Putnam, 1957). Iz diskusije se čini da sam imao na umu pojam „djelomične interpretacije", (2) dolje, ili neki srodan pojam. (Više ne mislim *niti* da je od pomoći zamišljati teoriju skupova kao „djelomično interpretiran račun" u kojem je samo „nominalistički jezik" izravno interpretiran, *niti* da je matematiku za svrhe filozofske rasprave najbolje izjednačiti s teorijom skupova.)

svakako bi s pravom pretpostavio da je to termin iz matematičke logike za čiju se točnu definiciju pretpostavlja da je odveć dobro poznata a da bi je trebalo ponavljati. Žalosna je činjenica da tome nije tako! U stvari, taj je termin uveo Carnap u jednom odjeljku svoje monografije (Carnap, 1939) bez definicije (Carnap je *ustvrdio* bez objašnjenja da interpretirati opažajne termine nekog računa automatski znači „djelomično interpretirati" teorijske primitivne pojmove) a kasnije su ga upotrebljavali Carnap i drugi autori (uključivši i mene) uz obilne unakrsne referencije, ali bez daljnjeg objašnjenja.

Može se pomišljati (bar) na tri stvari koje bi „djelomična interpretacija" mogla značiti. Pokušat ću pokazati da nijedno od ta tri značenja nije ni od kakve koriste u vezi s „interpretiranjem znanstvenih teorija". Na moje raspravljanje imala je utjecaj opaska Ruth Anne Putnam da ne samo da je taj pojam bio upotrebljavan bez ikakve *definicije* nego je bio primjenjivan bez razlike na *termine, teorije* i *jezike*.

(1) Tom bi se terminu moglo dati slijedeće značenje iz matematičke logike (ovdje pretpostavljam upoznatost s pojmom „modela" formalizirane teorije): „djelomično interpretirati" neku teoriju znači specificirati ne-praznu klasu intendiranih modela. Ako specificirana klasa ima jedan član, interpretacija je *potpuna;* ako ima više od jednog člana, u pravom je smislu *djelomična.*

(2) Djelomično interpretirati *termin* P moglo bi (za verifikacionista kakav je Carnap) značiti specificirati postupak verificiranja i opovrgavanja. Ako je $\bar{a}_1$ individualna konstanta koja označuje jedinku a_1 (Carnap često kao jedinke uzima prostorno-vremenske točke pretpostavljajući za fiziku jezik „polja") i ako je moguće verificirati $P(\bar{a}_1)$, onda je jedinka a_1 u dosegu termina P; ako je $P(\bar{a}_1)$ opovrgljivo, onda je a_1 u dosegu od $\bar{P}$, negaciji od P; a ako se postojeći postupci provjeravanja ne odnose na a_1 (npr. ako a_1 ne zadovoljava prethodne uvjete specificirane u postupcima provjere), onda je *nedefinirano* da li je a_1 unutar ili izvan dosega od P.

Ovaj pojam djelomične interpretacije termina neposredno se odnosi na termine uvedene redukcijskim rečenicama[7] (Carnap ih naziva „čistim dispozicijskim terminima"). U tom slučaju jedinka a_1 ili je u dosegu od P ili u dosegu od $\bar{P}$, pod uvjetom da je antecedens bar jedne redukcijske rečenice „koja uvodi" termin P istinit za a_1, a inače je *nedefinirano* da li je $P(a_1)$ istinito ili ne. Ali to se može protegnuti na teorijske primitivne pojmove u nekoj *teoriji* na slijedeći način: ako

[7] Za definiciju tog pojma vidi Carnap (1955).

$P(\bar{a}_1)$ slijedi iz postulata i definicija teorije i/ili skupa svih istinitih opažajnih rečenica, tada a_1 jest u dosegu od *P*; ako $P(\bar{a}_1)$ slijedi iz postulata i rečenica teorije i/ili skupa svih istinitih opažajnih rečenica, tada je a_1 u dosegu od *P*; u svim drugim slučajevima $P(\bar{a}_1)$ ima *nedefiniranu* istinosnu vrijednost.

(3) Najjednostavnije bi se moglo reći da djelomično interpretirati formalni *jezik* znači *interpretirati dio* tog jezika (npr. pronaći prijevode na obični jezik za neke termine a druge ostaviti kao obične nespecificirane simbole).

Od ta tri pojma prvi neće poslužiti Carnapovim svrhama zato što je nužno upotrebljavati teorijske termine da bi se specificirala čak i *klasa* intendiranih modela za uobičajene znanstvene teorije. Razmotrite stoga problem specificiranja intendiranih vrijednosti individualnih varijabla. Ako je taj jezik jezik „čestica", onda se individualne varijable protežu preko „stvari" — ali stvari u *teorijskom* smislu, uključujući točke mase i sisteme točaka masa. Sigurno je neobično uzimati pojam „fizičkog predmeta" bilo kao opažaj ili kao čisto logički pojam kad on postaje dovoljno širok da uključuje točkaste elektrone na jednom kraju i galaksije na drugom. U drugu ruku, ako taj jezik jest jezik „polja", onda je nužno reći da se individualne varijable protežu preko *prostorno-vremenskih točaka* — a teškoća je ista kao kod pojma „fizičkog predmeta".

Prelazeći na rječnik predikata i funkcijskih simbola, razmotrimo, na primjer, problem specificiranja bilo jedinstvene intendirane interpretacije bilo prikladne klase modela za Maxwellove jednadžbe. Moramo u najmanju ruku reći da je za *E* i *H* intendirano da kao vrijednosti imaju vektorske funkcije *prostorno-vremenskih točaka* i da apsolutne vrijednosti tih vektora treba da mjere, grubo rečeno, silu nezavisnu o brzini na maloj probnoj čestici po jedinici naboja i silu zavisnu o brzini po jedinici naboja. Moglo bi se silu poistovjetiti s umnoškom mase i (odgovarajuće komponente) ubrzanja i izaći nakraj sa spominjanjem (idealizirane) probne čestice putem „redukcijskih rečenica", ali još su nam uvijek ostali „masa", „naboj" i, dakako, „prostorno-vremenska točka". („Naboj" i „masa" imaju kao vrijednosti realnu funkciju, odnosno ne-negativnu realnu funkciju prostorno-vremenskih točaka; a za vrijednosti tih funkcija pretpostavlja se da mjere intenzitete kojima su određene *fizičke veličine* prisutne u tim točkama — gdje je posljednja rečenica nužna da isključi očigledno neitendirane intrepretacije koje se nikada ne mogu eliminirati na drugi način.)

(Jedna ograda: rekao sam da su *teorijski* termini nužni za specifikaciju čak i *klase* intendiranih modela — ili modela koje bi realistički nastrojen učenjak mogao prihvatiti kao ono na što misli. Ali „fizički predmet", „fizička veličina" i „prostorno-vremenska točka" nisu — osim ovog posljednjeg — ništa više „teorijski termini" u bilo kojem idiomatskom smislu nego što su „opažajni termini". Nazovimo ih ovoga puta naprosto „terminima širokog spektra" — zapažajući da oni postavljaju umnogome iste probleme kao i neki metaznanstveni termini, na primjer sama „znanost". O njima bismo mogli reći, kao što Quine veli za ovaj potonji termin (Quine, 1957), da nisu unaprijed definirani — prije nam sama znanost kaže (uz mnogo promjena mišljenja) što je djelokrug „znanosti" ili neke pojedinačne znanosti, na primjer kemije, što je „predmet", što su „fizičke veličine". Na taj način ti termini, premda nisu „teorijski termini", teže da na koncu steknu stručno značenje posredstvom teorijskih definicija.)

Daljnja je poteškoća s prvim pojmom „djelomične interpretacije" u tome što teorije s neistinitim opažajnim konzekvencama nemaju *nikakvu* interpretaciju (zato što nemaju modela koji je „standardan" u odnosu na opažajne termine). To se nesumnjivo protivi našoj uobičajenoj predodžbi interpretacije prema kojoj je takva teorija *pogrešna* a ne *besmislena*.

Drugi pojam djelomične interpretacije što smo ga naveli izgleda mi potpuno neadekvatan čak i za tzv. „čiste dispozicijske termine", na primjer „otopiv". Pretpostavimo tako za volju jednostavnosti primjera da postoji samo jedan poznati način provjere za „otopivost" — uranjanje predmeta u vodu. Možemo li stvarno prihvatiti zaključak da reći da je otopivo nešto što nikad nije uronjeno u vodu ima *potpuno nedefiniranu* istinosnu vrijednost?

Pretpostavimo sada da primijetimo da se sve kockice šećera koje uranjamo u vodu otapaju. Na temelju tog *svjedočanstva* mi *zaključujemo* da je sav šećer otopiv — čak i kockice koje nikada nisu uranjane u vodu. Prema gledištu koje kritiziramo, to treba opisati prije kao „lingvistički uglavak" nego kao „otkriće"! Prema tom pojmu djelomične interpretacije, naime, ono što činimo jest to da *dajemo* terminu „otopiv" *novo* značenje „otopiv-u-starom-smislu-ili-šećer"; i ono što mi redovno opisujemo kao svjedočanstvo za to da su u vodu neuronjene kocke šećera otopive, trebalo bi prije opisati kao svjedočanstvo da je naše novo značenje termina „otopiv" kompatibilno s izvornom „bilateralnom redukcijskom rečenicom".

Također, premda će sad biti istina reći „Šećer je otopiv", reći, recimo, o mnogim grumenima *soli* da su *oni* otopivi, još će uvijek imati potpuno nedefiniranu istinosnu vrijednost.

„Promjena značenja" redovno se odnosi na onu vrstu stvari koja se desila riječi *„knave"* (koja je nekoć značila *„boy")* a „proširenje značenja" redovno se odnosi na onu vrstu stvari koja se u Portugalu desila riječi za obitelj (*„familhia"*) koja je počela obuhvaćati služinčad. U tom smislu, za koji se ujedno čini da je jedini koji je koristan za lingvističku teoriju, naprosto je *neistinito* reći da je u opisanu slučaju (zaključivanje da je šećer otopiv) riječ „otopiv" pretrpjela bilo promjenu bilo proširenje značenja. Otkriće može proširiti *metodu* verifikacije, ali to je samo dokaz da verifikacija nije značenje.

U svakom slučaju, ne čini se da postoji ma koji razlog zašto se ne možemo složiti s uobičajenim prikazom. Ono što smo cijelo vrijeme mislili sa „To je otopivo" bilo je, dakako, „Kad *bi bilo* u vodi, to bi se otopilo"; a slučaj što smo ga opisali može se ispravno opisati kao slučaj izvođenja induktivnog zaključka — na konkluziju da svi ti predmeti (grumeni šećera, uronjeni u vodu ili ne) jesu otopivi u *tom* smislu. Također, nema razloga da odbacimo gledište koje je zacijelo ugrađeno u našu upotrebu termina „otopiv", da ima točno određenu (ali ponekad nepoznatu) istinosnu vrijednost reći za bilo što (odgovarajuće veličine i čvrstoće) da je ono otopivo, bilo da to zadovoljava uvjet za trenutno poznati način provjere ili ne. Obično se iznosi prigovor da „nije jasno što to znači" reći „Kad *bi* to *bilo* u vodi, ono bi se otopilo"; ali nema *lingvističkog* dokaza za tu nejasnoću. (Da li to ljudi tumače na različite načine? Da li traže neku parafrazu? Dakako, postoji filozofski problem koji se tiče „nužne povezanosti", ali ne smije se brkati to da je neka riječ povezana s nekim filozofskim problemom s time da ona ima nejasno značenje.)

Dolazeći sada do teorijskih termina (radi jednostavnosti pretpostavljam da naš svijet nije kvantno-mehaničan) ako želimo uopće očuvati uobičajenu sliku svijeta, zacijelo želimo reći da ima određenu istinosnu vrijednost reći da unutar svakog ne odveć malog područja *X* postoji jedan helijev atom. Ali, u stvari, naši uvjeti provjere — čak ako i dopustimo provjere koje implicira neka teorija kao što je bilo skicirano gore pod (2) — neće se moći primijeniti, na primjer, na mala područja *X* u unutrašnjosti Sunca (ili u unutrašnjosti mnogih tijela u mnogim trenucima). Tako dobivamo slijedeći anomalijski rezultat: *istina* je reći da ima mnogo helijevih atoma u Suncu, ali nije niti istinito niti neistinito reći da se jedan od

njih nalazi unutar bilo kojeg malog područja *X*! Slično će se stvari događati u vezi s teorijskim iskazima o veoma velikim predmetima; na primjer, moglo bi biti „niti istinito niti neistinito“ da je prosječna zakrivljenost prostora pozitivna ili da je univerzum konačan. I iznova, savršeno uobičajena znanstvena otkrića stalno će se morati opisivati kao „lingvistički uglavci“, „proširenja značenja“ i tako dalje.

Najzad, treće značenje „djelomične interpretacije“ vodi do gledišta da teorijski termini *uopće nemaju značenja*, da su samo sredstva za računanje, i stoga je ono neprihvatljivo.

Da rezimiramo: vidjeli smo da je svaki od triju pojmova „djelomične interpretacije“ o kojima smo raspravljali ili neprikladan za Carnapove svrhe (započinjanje s opažajnim terminima) ili nespojiv s prilično minimalnim znanstvenim realizmom; a pored toga, onaj drugi pojam ovisi o grubim i dubioznim promjenama u našoj upotrebi jezika. Tako *ni u jednome* od tih značenja nije „djelomično interpretirani račun u kojem su izravno interpretirani samo opažajni termini“ prihvatljiv model za neku znanstvenu teoriju.

UVOĐENJE TEORIJSKIH TERMINA

Raspravljali smo o predloženom rješenju za jedan filozofski problem. Ali u čemu *jest* problem?

O problemu se ponekad govori kao o problemu „interpretiranja“, to jest davanja značenja teorijskim terminima u znanosti. Ali to ne može biti neki naročit *opći* problem (dakako, to može biti problem u specifičnim slučajevima). Zašto čovjek ne bi bio u stanju dati značenje nekog teorijskog termina (upotrebljavajući, ako je potrebno, *druge* teorijske termine, termine „širokog spektra“ itd.)? Problem bi se mogao preformulirati — dati značenje teorijskih termina *upotrebljavajući samo opažajne termine*. Ali tada, zašto bismo pretpostavili da to jest ili bi trebalo biti moguće?

Može se reći nešto poput ovoga: pretpostavimo da sastavljamo „rječnik“ teorijskih termina. Ako dopustimo da se teorijski termini pojavljuju i kao „natuknice“ i u *definicijama*, tada će u našem rječniku postojati „cirkularnost“. Ali cirkularnosti postoje u svakom rječniku!

Možda smo bliže problemu ako opazimo da su rječnici, mada korisni, korisni samo govornicima koji već znaju dobar dio jezika. Ne može se naučiti svoj materinji jezik započinjući od rječnika. To nameće misao da je stvarno problem dati prikaz kako se *nauči* upotreba teorijskih termina (u životnoj po-

vijesti jednog pojedinačnog govornika); ili možda kako se teorijski termini „uvode“ (u povijesti jezika).

Da uzmemo prvi oblik problema (učenje jezika kod pojedinačnog govornika): čini se da se teorijski termini uče u biti na onaj način na koji se uči većina riječi. Ponekad nam se daju leksičke definicije (npr. *„lagar* je križanac između lava i tigra“); češće mi naprosto oponašamo druge govornike; mnogo puta kombiniramo to dvoje (npr. daje nam se leksička definicija iz koje dobivamo grubu ideju o upotrebi a onda putem oponašanja svi više usklađujemo svoje jezično ponašanje s onim drugih govornika).

Priča u vezi s uvođenjem novih stručnih termina u *jezik* približno je slična. Obično učenjak uvodi termin putem neke vrste parafraze. Na primjer, „masa“ bi se mogla objasniti kao „ona fizička veličina koja određuje kako se snažno neko tijelo odupire dobivanju ubrzanja, npr. ako neko tijelo ima dvostruku masu, njemu će dvostruko teže biti dati ubrzanje“. (Umjesto „fizičke veličine“ moglo bi se reći običnim jezikom „ona osobina tijela“, „ono u tijelu što ...“ Takvi pojmovi „široka spektra“ javljaju se u svakom prirodnom jeziku; a naš sadašnji pojam „fizička veličina“ već je krajnje profinjenje. Često, kao u slučaju „sile“ i „mase“, termin će biti jedan od termina običnog jezika čija se nova stručna upotreba u nekom pogledu sasvim nastavlja na običnu upotrebu. U takvim se slučajevima leksička definicija često izostavlja a na njezinu mjestu imamo samo iskaz o nekim razlikama između obične upotrebe i stručne upotrebe koja se uvodi. Obično iz tih eksplicitnih metalingvističkih iskaza dobivamo tek grubu predodžbu u upotrebi stručnog termina a ta se gruba predodžba potom precizira čitanjem teorije ili teksta u kojem se taj termin upotrebljava. Ipak, ne bi trebalo previdjeti ulogu eksplicitnog metalingvističkog iskaza: teško da bi se moglo s razumijevanjem čitati tekst ili stručni članak da nema za ravnanje niti eksplicitnih metalingvističkih iskaza niti prethodne i srodne upotrebe stručnih riječi.

Poučno je usporediti ovdje situaciju s logičkim veznicima u njihovoj modernoj stručnog upotrebi. Mi uvodimo precizno i stručno značenje za „ili“, „ne“, „ako — onda“ i tako dalje, upotrebljavajući iz običnog jezika neprecizno *ili*, *i*, *ne* i tako dalje. Na primjer, kažemo: „*A* V *B* bit će istinito *ako* je *A* istinito *i* bit će istinito *ako* je *B* istinito *a* bit će neistinito *ako* je *A* neistinito *i* *B* je nestinito. Napose, *A* V *B* bit će istinito *čak i ako* su *i* *A* *i* *B* istiniti.“ Obratite pažnju na to da nitko nije predložio da se kaže da je „V“ samo „djelomično inter-

pretirano“ zato što „*i*“, „ako“ itd. upotrebljavamo na običan neprecizan način kad ga „uvodimo“.

Ukratko, mi možemo postići i postižemo to da upotrebljavajući neprecizan jezik uvodimo precizan jezik. To je poput svake upotrebe oruđa: upotrebljavamo manje savršeno za izradbu savršenijega. Kao drugo, postoje čak ideje koje se mogu izraziti u preciznijem jeziku a koje se nisu mogle razumljivo izraziti u izvornom jeziku. Tako, da pozajmimo primjer koji potječe od Alonza Churcha, iskaz u obliku $\{[(A \supset B) \supset B] \supset B\}$ vjerojatno se ne može razumljivo izraziti u običnom jeziku — premda ga se može razumjeti čim imamo objašnjenje za „$\supset$“ u običnom jeziku.

Moguće je, međutim, da se pretpostavi da je problem u *ovome: formalizirati* postupak uvođenja stručnih termina. Pokušajmo iskušati taj problem na našem posljednjem primjeru (logičkim veznicima). Jasno je da *bismo mogli* formalizirati postupak uvođenja uobičajenih istinosno-funkcionalnih veznika. Samo bi trebalo da iz „običnog jezika“ uzmemo kao primitivne pojmove *i, ili, ne* u njihovim običnim (nepreciznim) značenjima i tad bismo mogli izravno napisati takve karakterizacije poput one gore navedene za veznik „V“. Ali kad bi netko rekao: „Želim da uvedete logičke veznike, kvantifikatore i tako dalje bez ikakvih *nepreciznih* primitivnih pojmova (jer upotrebljavanje nepreciznih pojmova nije „racionalna rekonstrukcija“) i također bez *ikakvih* logičkih simbola kao primitivnih pojmova (jer bi to bilo „cirkularno“)“, mi bismo naprosto morali reći da je zadatak neostvariv.

Meni se taj slučaj u velikoj mjeri čini jednakim onome s „teorijskim terminima“. Ako kao primitivne pojmove uzmemo ne samo „opažajne termine“ i „logičke termine“ nego također termine „širokog spektra“ koje smo ranije spomenuli („stvar“, „fizička veličina“ itd.) i možda neke neprecizne ali korisne pojmove iz običnog jezika — na primjer „*teže* dobiva ubrzanje“, „određuje“ —, onda možemo uvesti teorijske termine bez teškoća.

(1) Neki se teorijski termini stvarno dadu eksplicitno definirati u Carnapovu „opažajnom jeziku“. Pretpostavimo tako da imamo teoriju prema kojoj se sve sastoji od „klasičnih“ elementarnih čestica — malih protegnutih pojedinačnih čestica; i pretpostavimo da se dvije od njih ne mogu dodirivati. Tad bi se „elementarna čestica“, koja je „teorijski termin“ ako je išta teorijski termin, mogla eksplicitno definirati: X je elementarna čestica $\equiv$ X se ne može rastaviti na dijelove Y i Z koji se ne dodiruju — i gornja definicija zahtijeva samo pojmove „X je dio od Y“ i „X se dodiruje s Y“. (Ako uzmemo

„dodirivanje" kao refleksivan odnos, onda se „dio od" može pomoću njega definirati: *X* je dio od *Y* ≡ sve što se dodiruje s *X* dodiruje se s *Y*. Također, *Y* i *Z* čine „dekompoziciju" od *X* ako (i) ništa nije dio i od *Y* i od *Z*; (ii) *X* nema dijela koji ne sadrži nijedan dio zajednički bilo s *Y* ili sa *Z*. Međutim, po mome mišljenju, bilo bi sasvim razumno uzeti „dio od" kao *logički* primitivni pojam zajedno sa „je član od" — premda se Carnap vjerojatno ne bi složio.)

Zapažamo da na prvi pogled iznenađujuća mogućnost definiranja očigledno teorijskog termina „elementarna čestica" u Carnapovu „opažajnom jeziku" počiva na činjenici da je pojam *fizičkog predmeta* prokrijumčaren u taj jezik u samoj interpretaciji individualnih varijabla.

(2) Karakterizacija kakvu smo gore dali za „masu" (upotrebljavajući pojam „teže dobiva ubrzanje") mogla bi se formalizirati. Opet pojam širokog spektra („fizička veličina") igra ulogu u definiciji.

Ali nanovo, nitko ne bi normalno želio formalizirati tako očigledno neformalne definicije teorijskih termina. I nanovo, ako netko kaže: „Želim da uvedete teorijske termine upotrebljavajući *samo* Carnapove *opažajne termine*, moramo reći da se to, izuzimajući specijalne slučajeve (kao onaj „klasičnog" pojma elementarne čestice), čini nemogućim. Ali zašto bi to trebalo biti moguće? I kakvu filozofsku pouku bismo morali izvući iz te nemogućnosti? — Možda samo ovu: da smo kadri imati tako bogat teorijski rječnik kao što ga imamo zato što, hvala nebesima, nikada nismo bili u položaju da imamo *samo* Carnapov opažajni rječnik na raspolaganju.

LITERATURA

1. Carnap, R. *The Foundations of Logic and Mathematics* u *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1939.

2. Carnap, R. „Testability and Meaning" u *Readings in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl i M. Brodbeck, New York, Appleton-Century-Crofts, 1955.

3. Carnap, R. „The Methodological Character of Theoretical Concepts" u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* vol. I, uredili H. Feigl i M. Scriven, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956.

4. Fodor, J. A. „Of Words and Uses“, *Inquiry* 4, 1961, str. 190—208.

5. Putnam, H. „Mathematics and the Existence of Abstract Entities“, *Philosophical Studies* 7, 1957, str. 81—88.

6. Quine, W. „The Scope and Language of Science“, *British Journal for the Philosophy of Science* 8, 1957, str. 1—17.

IV
SPOR OKO NAUČNE METODE

Karl R. Popper

CILJ NAUKE

Govoriti o „cilju" naučne aktivnosti može možda zvučati pomalo naivno; jer jasno je da različiti učenjaci imaju različite ciljeve, a nauka sama (što god to moglo značiti) nema ciljeva. Sa svime time se slažem. A ipak se čini da kada govorimo o nauci osjećamo, manje ili više jasno, da postoji nešto karakteristično za naučnu aktivnost; budući da naučna aktivnost u velikoj mjeri izgleda kao racionalna aktivnost, a budući da racionalna aktivnost mora imati neki cilj, pokušaj da se opiše cilj nauke i ne mora biti sasvim uzaludan.

Smatram da je cilj nauke pronalaženje *zadovoljavajućih objašnjenja* svega onog što nam izgleda da zahtijeva objašnjenje. Pod *objašnjenjem* (ili uzročnim objašnjenjem) misli se na skup iskaza kojima se opisuje stanje stvari koje treba objasniti *(explicandum)* dok drugi, objašnjavajući iskazi čine „objašnjenje" u užem smislu riječi *(explicans explicanduma)*.

U pravilu možemo uzeti da se više ili manje zna da je *explicandum* istinit, ili da se bar smatra da se to zna. Jer nema mnogo smisla tražiti objašnjenje nekog stanja stvari koje se može pokazati potpuno izmišljenim. (To može biti slučaj s letećim tanjurima: objašnjenje za kojim se traga ne mora biti objašnjenje letećih tanjura, nego može biti objašnjenje kako dolazi do izvještavanja o letećim tanjurima; no ukoliko bi leteći tanjuri postojali, tada ne bi bilo potrebno nikakvo daljnje objašnjenje *izvještavanja* o njima.) *Explicans,* s druge strane, koji je predmet našeg traganja, u pravilu neće biti poznat: on će morati biti otkriven. Prema tome, naučno objašnjenje, kad god je otkriće, bit će *objašnjenje poznatog pomoću nepoznatog*[1].

---

[1] Vidi posljednji odlomak teksta, prije završnog citata, mog članka „Note on Berkeley as a Precursor of Mach", *Brit. Journ. Philos. Sc.* 4, 1953, str. 35. (Sada u mojoj knjizi *Conjectures and Refutations*, str. 174).

Da bi bio prihvatljiv (prihvatljivost je stvar stupnja), *explicans* mora ispuniti određeni broj uvjeta. Prvo, on mora logički povlačiti *explicandum*. Drugo, *explicans* bi trebao biti istinit, premda se obično neće znati da je istinit; u svakom slučaju, ne smije se znati da je neistinit ni nakon najkritičnijeg ispitivanja. Ako se ne zna da je istinit (kao što će najčešće biti slučaj), mora postojati *neovisno* svjedočanstvo njemu u prilog. Drugim riječima, on mora biti *neovisno* provjerljiv i smatrat ćemo ga tim više zadovoljavajućim što je veća oštrina onih neovisnih provjera koje je preživio.

Moram još rasvijetliti upotrebu izraza „neovisan" s njegovim suprotnostima, *„ad hoc"* i (u krajnjim slučajevima) „cirkularan".

Neka *a* bude *explicandum* za koji se zna da je istinit. Budući da *a* trivijalno slijedi iz samog *a*, mogli bismo uvijek ponuditi *a* kao objašnjenje njega samog. Ali to bi bilo vrlo nezadovoljavajuće i pored toga što bismo u tom slučaju znali da je *explicans* istinit i da *explicandum* iz njega slijedi. *Dakle, moramo isključiti objašnjenja ove vrste zbog njihove cirkularnosti.*

No cirkularnost koja mi je ovdje na umu jest stvar stupnja. Uzmite slijedeći razgovor: „Zašto je more danas tako nemirno?" — „Zato što je Neptun vrlo ljut" — „Kojim svjedočanstvom možete potkrijepiti vaš iskaz da je Neptun vrlo ljut?" — „O, pa zar ne *vidite* kako je more *vrlo* nemirno? I zar nije ono uvijek nemirno kada je Neptun ljut?" Ovo se objašnjenje smatra nezadovoljavajućim zato što (isto kao u slučaju potpuno cirkularnog objašnjenja) jedino svjedočanstvo za *explicans* jest sam *explicandum*[2]. Osjećaj da je ova vrsta skoro cirkularnog ili *ad hoc* objašnjenja vrlo nezadovoljavajuća i odgovarajući zahtjev da objašnjenja te vrste treba izbjegavati, po mom mišljenju su među glavnim pokretnim silama razvoja nauke: nezadovoljstvo je među prvim plodovima kritičkog i racionalnog pristupa.

Da *explicans* ne bi bio *ad hoc*, on mora biti bogat sadržajem: on mora imati razne provjerljive konzekvence, a među njima, posebno, provjerljive konzekvence koje su različite od *explicanduma*. Upravo su te različite provjerljive konzekvence ono što imam na umu kada govorim o *neovisnim* provjerama ili o *neovisnom* svjedočanstvu.

Premda ove primjedbe mogu možda pomoći da se donekle rasvijetli intuitivna ideja neovisno provjerljivog *explicansa*,

---

[2] Takav način zaključivanja prisutan je i kod Talesa (Diels-Kranz[10], vol. I, str. 456, red 35); Anaksimandra (D.—K. A11, A28); Anaksimena (D.—K. A17, B1); Alkmeona (D.—K. A5).

one nikako još nisu dovoljne da karakteriziraju zadovoljavajuće i neovisno provjerljivo objašnjenje. Jer ako je *a* naš *explicandum* — neka *a* ponovo bude „More je danas nemirno" — mi uvijek možemo ponuditi vrlo nezadovoljavajući *explicans* koji je potpuno *ad hoc*, premda ima neovisno provjerljive konzekvence. I možemo po volji birati te konzekvence. Možemo izabrati, recimo, „Ove šljive su sočne" i „Svi gavranovi su crni". Neka *b* bude njihova konjunkcija. Tada možemo kao *explicans* naprosto uzeti konjunkciju od *a* i *b*: ona će zadovoljavati sve naše do sada iznesene zahtjeve.

Samo ako zahtijevamo da objašnjenja moraju upotrebljavati univerzalne iskaze ili prirodne zakone (dopunjene početnim uvjetima), možemo napredovati k ostvarenju ideje neovisnih ili ne-*ad hoc* objašnjenja. Jer univerzalni prirodni zakoni *mogu* biti iskazi s bogatim sadržajem i stoga *oni mogu biti neovisno provjereni* svugdje i u svim vremenima. Zato ako se oni koriste kao objašnjenja, oni *mogu* ne biti *ad hoc*, jer nam *mogu* dozvoliti da protumačimo *explicandum* kao ponovljivi efekt. Sve to, međutim, vrijedi jedino ako se ograničimo na univerzalne zakone koji su provjerljivi, to jest opovrgljivi.

Pitanje „Koja vrsta objašnjenja može biti zadovoljavajuća?" tako vodi do odgovora: objašnjenje pomoću provjerljivih i opovrgljivih univerzalnih zakona i početnih uvjeta. A objašnjenje te vrste će biti tim više zadovoljavajuće što su ti zakoni provjerljiviji i što su bolje provjereni. (To se odnosi također i na početne uvjete.)

Na ovaj način pretpostavka da je cilj nauke pronalaženje zadovoljavajućih objašnjenja vodi nas dalje do ideje da se stupanj prihvatljivosti objašnjenja povećava putem povećavanja njihovog stupnja provjerljivosti, to će reći, prelaženjem na bolje provjerljive teorije; a to znači prelaženjem na teorije sve bogatijeg sadržaja, višeg stupnja univerzalnosti i višeg stupnja preciznosti[3]. To je, nema sumnje, potpuno u skladu sa stvarnom praksom teorijskih nauka.

Do fundamentalno istog rezultata možemo doći i na drugi način. Ako je cilj nauke objašnjavanje, njezin će cilj biti također i objašnjavanje onog što je do sada bilo prihvaćeno kao *explicans*, na primjer, zakona prirode. Tako se zadaća nauke neprestano obnavlja. Možemo neprestano to nastavljati, prelazeći na objašnjenja sve višeg stupnja univerzalnosti — ukoliko doista ne dođemo do *konačnog objašnjenja*, to će reći, do objašnjenja koje se niti može niti treba dalje objašnjavati.

[3] U vezi s teorijom *provjerljivosti*, *sadržaja* i *jednostavnosti* i u vezi stupnjeva *univerzalnosti* i *preciznosti* vidi odjeljke 31 do 46 u *Logici naučnog otkrića* (prvo njemačko izdanje 1934) gdje je objašnjena uska povezanost tih ideja.

Ali postoje li konačna objašnjenja? Učenje koje sam nazvao „esencijalizam" svodi se na gledište da nauka mora tragati za konačnim objašnjenjem pomoću suština[4]: ako možemo objasniti ponašanje neke stvari pomoću njezine suštine — njezinih bitnih svojstava — tada nikakvo daljnje pitanje ne može biti postavljeno niti treba biti postavljeno (osim možda teološkog pitanja Tvorca suština). Tako je Descartes vjerovao da je objasnio fiziku pomoću *suštine fizičkog tijela* koja je, po njegovom mišljenju, bila protežnost; a neki Newtonovci, slijedeći Rogera Cotesa, vjerovali su da je *suština materije* u njezinoj inerciji i njezinoj moći da privlači drugu materiju i smatrali su da se Newtonova teorija može izvesti iz, i tako konačno objasniti pomoću, tih suštinskih svojstava sve materije. Sam Newton je bio drukčijeg mišljenja. Upravo je hipoteza o konačnom ili esencijalističkom uzročnom objašnjenju same gravitacije ono što je on imao na umu kada je napisao *Scholium generale* na kraju *Principia:* „Do sada sam objašnjavao pojave ... pomoću sile gravitacije, ali još nisam utvrdio uzrok gravitacije same... a hipoteze ne izmišljam proizvoljno [ili *ad hoc*]."[5]

Ne vjerujem u esencijalističko učenje o konačnom objašnjenju. U prošlosti su kritičari tog učenja u pravilu bili instrumentalisti: oni su interpretirali naučne teorije kao *puke* instrumente za predviđanje bez ikakve objašnjavalačke moći. Ni s njima se ne slažem. Ali postoji treća mogućnost, „treće gledište", kako sam ga nazvao. Ono je dobro opisano kao „modificirani esencijalizam" — s naglaskom na riječi „modificirani"[6].

---

[4] Potpunije sam razmatrao (i kritizirao) esencijalizam u eseju „Three Views Concerning Human Knowledge" gdje također upućujem na svoja ranija razmatranja (u posljednjoj bilješki u odjeljku *II*); vidi *Contemporary British Philosophy*, III, uredio H. D Lewis, 1956, bilješka 2 na str. 365. (Ovaj esej je sada 3. poglavlje moje knjige *Conjectures and Refutations*, treće izdanje, 1969).

[5] Vidi također Newtonova pisma Richardu Bentleyu od 17. siječnja i posebno od 25. veljače 1693 ('1692—3'). Citirao sam to pismo u odjeljku III mog članka „Three Views Concerning Human Knowledge" (*Conjectures and Refutations*, str. 106 i dalje) gdje je taj problem nešto iscrpnije razmatran.

[6] Izraz „modificirani esencijalizam" upotrijebio je kao opis mog „trećeg gledišta" prikazivač mog članka „Three Views Concerning Human Knowledge" u *The Times Literary Supplement*, 55, 1956, str. 527. Da bi se izbjegli nesporazumi htio bih ovom prilikom reći da to što prihvaćam ovaj izraz ne bi trebalo shvatiti kao ustupak učenju o „konačnoj stvarnosti", a još manje kao ustupak učenju o esencijalističkim definicijama. Ostajem u potpunosti pri kritici tog učenja koju sam izložio u knjizi *Open Society*, vol. II, pogl. 11, odjeljak II (posebno bilješka 42) i na drugim mjestima.

To „treće gledište" koje ja zastupam modificira esencijalizam na radikalan način. Prije svega odbacujem ideju konačnog objašnjenja i tvrdim da svako objašnjenje može biti dalje objašnjavano pomoću teorije ili pretpostavke višeg stupnja univerzalnosti. Ne može postojati objašnjenje koje ne treba biti dalje objašnjavano, jer nijedno ne može biti samo-objašnjavajući opis suštine (poput esencijalističke definicije tijela, kako ju je iznio Descartes). Drugo, odbacujem sva *što-jest pitanja:* pitanja o tome što jest neka stvar, što je njezina suština ili njezina prava priroda. Moramo napustiti gledište, karakteristično za esencijalizam, da u svakoj pojedinoj stvari postoji suština, inherentna prirodna ili princip (kao alkohol u vinu) koji je nužno uzrokuju da bude ono što jest i da djeluje onako kako djeluje. Ovakvo animističko gledište ništa ne objašnjava, ali je ono navelo esencijaliste (poput Newtona) da izbjegavaju relaciona svojstva, kao gravitaciju, i da smatraju, iz razloga koji su im se činili *a priori* valjanim, da zadovoljavajuće objašnjenje mora biti pomoću inherentnih svojstava (za razliku od relacionih svojstava). Treća i posljednja modifikacija esencijalizma je slijedeća. Moramo napustiti gledište, usko povezano s animizmom (i karakteristično za Aristotela za razliku od Platona), da se pozivanjem na esencijalna svojstva inherentna u bilo kojoj pojedinačnoj stvari može objasniti ponašanje te stvari. Jer to gledište nikako ne uspijeva da osvijetli zašto se različite pojedinačne stvari ponašaju na sličan način. Ako se kaže „zato što su im suštine slične", postavlja se novo pitanje: *zašto ne bi bilo isto toliko različitih suština koliko ima i različitih stvari?*

Upravo taj problem je Platon pokušao riješiti tvrdeći da su slične pojedinačne stvari tvorevina, i zapravo kopije, istog izvornog „Oblika" koji je stoga nešto „izvan", „prije" i „iznad" različitih pojedinačnih stvari; i doista, mi još uvijek nemamo bolju teoriju sličnosti. Čak i danas se pozivamo na njihovo zajedničko porijeklo kada želimo objasniti sličnost dva čovjeka, ptice i ribe, dvaju kreveta, dvaju automobila, dvaju jezika ili dviju zakonskih procedura; to će reći, mi uglavnom objašnjavamo sličnost genetički; a ako od toga napravimo metafizički sistem, najvjerojatnije će to biti historicistička filozofija. Aristotel je odbacio Platonovo rješenje; no budući da Aristotelova *verzija esencijalizma ne sadrži čak ni nagovještaj rješenja,* čini se da on nikada nije sasvim shvatio problem[7].

[7] Što se tiče Platonove teorije Oblika ili Ideja, „jedna od njezinih najznačajnijih funkcija je objasniti sličnost osjetilnih stvari..." Usporedi moju knjigu *Open Society*, poglavlje 3, odjeljak v; vidi također bilješke 19 i 20 i tekst. Neuspjeh Aristotelove teorije da izvrši tu funkciju spomenut je tamo (u trećem izdanju, 1957) na kraju bilješke 54 uz poglavlje 11.

Odlučujući se za objašnjenja pomoću univerzalnih prirodnih zakona, nudimo rješenje baš za taj posljednji (platonovski) problem. Jer mi pretpostavljamo da su sve pojedinačne stvari i sve pojedinačne činjenice podložne tim zakonima. Zakoni (koje opet *jest* potrebno dalje objašnjavati) tako objašnjavaju pravilnosti i sličnosti pojedinačnih stvari ili pojedinačnih činjenica i događaja. I ti zakoni nisu inherentni u pojedinačnim stvarima. (Niti su oni platonovske ideje izvan svijeta.) Prirodni zakoni su shvaćeni, naprotiv, kao (hipotetički) opisi strukturalnih svojstava prirode — samog našeg svijeta.

U tome je, dakle, sličnost između mog gledišta („trećeg gledišta") i esencijalizma; premda ne vjerujem da ćemo ikada moći opisati, pomoću naših univerzalnih zakona, *konačnu* suštinu svijeta, ne sumnjam da možemo nastojati prodrijeti sve dublje i dublje u strukturu našeg svijeta ili, kako bismo mogli reći, do svojstava svijeta koja su sve bitnija i bitnija ili sve dublja i dublja.

Kad god idemo za tim da objasnimo neki hipotetički zakon ili teoriju novom hipotetičkom teorijom višeg stupnja univerzalnosti, mi otkrivamo više o svijetu nastojeći da prodremo dublje u njegove tajne. I kad god uspijemo opovrgnuti teoriju te vrste, činimo novo značajno otkriće. Jer ta opovrgavanja su od izuzetnog značaja. Ona nas uče neočekivanom i pokazuju nam da premda smo mi sami tvorci naših teorija, premda su one naši vlastiti izumi, one su ipak prave tvrdnje o stvarnosti, jer se mogu *sukobiti* s nečim što mi nikada nismo stvorili.

Naš „modificirani esencijalizam" može, po mom mišljenju, biti od pomoći kada se postavi pitanje logičkog oblika prirodnih zakona. On sugerira da naše teorije ili naši zakoni moraju biti *univerzalni*, to jest da moraju iznositi tvrdnje o svijetu — o svim prostorno-vremenskim područjima svijeta. On sugerira, štoviše, da naše teorije iznose tvrdnje o strukturalnim ili relacionim svojstvima svijeta i da svojstva koja opisuje objašnjavalačka teorija moraju u nekom smislu biti dublja od onih koja treba objasniti. Mislim da ta riječ „dublji" izmiče svakom pokušaju iscrpne logičke analize, ali ona ipak vodi naše intuicije. (Tako je i u matematici: svi njezini teoremi su logički ekvivalentni, u prisustvu aksioma, a ipak postoji velika razlika u „dubini" koja teško da je podložna logičkoj analizi.) „Dubina" naučne teorije izgleda da je najuže povezana s njezinom jednostavnošću i tako s bogatstvom njezinog sadržaja. (Drukčije je s dubinom nekog matematičkog teorema za koji se može uzeti da nema sadržaja.) Dva sastavna dijela čini se da su potrebna: bogat sadržaj i izvjesna koherentnost i kompaktnost

(ili „organičnost") opisanog stanja stvari. Upravo je taj drugi sastavni dio ono što je tako teško analizirati premda je intuitivno vrlo jasan i njega su esencijalisti pokušavali opisati kada su govorili o suštinama nasuprot pukom nagomilavanju akcidentalnih svojstava. Mislim da niti možemo niti trebamo ovdje učiniti nešto više nego ukazati na intuitivnu ideju. Jer u slučaju bilo koje pojedinačne predložene teorije bogatstvo njezinog sadržaja i, dakle, njezin stupanj provjerljivosti je ono što odlučuje o njezinoj zanimljivosti, a ishodi izvršenih provjera su ono što odlučuje njezinu sudbinu. Sa stajališta metode, njezinu dubinu, koherenciju, pa čak i ljepotu možemo smatrati pukim vodičem ili poticajem naše intuicije i imaginacije.

Ipak, čini se da postoji nešto nalik na *dovoljan* uvjet za dubinu, ili stupnjeve dubine, koji se može logički analizirati. Pokušat ću to objasniti pomoću jednog primjera iz historije nauke.

Dobro je poznato da je Newtonova dinamika postigla ujedinjenje Galileove zemaljske i Keplerove nebeske fizike. Često se kaže da se Newtonova dinamika može induktivno izvesti iz Galileovih i Keplerovih zakona, a čak se i tvrdilo da se ona može iz njih striktno izvesti dedukcijom[8]. Ali to nije točno; s logičkog gledišta, Newtonova teorija, striktno govoreći, proturiječi i Galileovoj i Keplerovoj teoriji (premda se, naravno, obje te teorije mogu dobiti kao aproksimacije čim imamo Newtonovu teoriju s kojom možemo operirati). Iz tog razloga je nemoguće izvesti Newtonovu teoriju niti iz Galileove niti iz Keplerove niti iz njih obje zajedno, bilo dedukcijom bilo indukcijom. Jer niti deduktivno niti induktivno zaključivanje

---

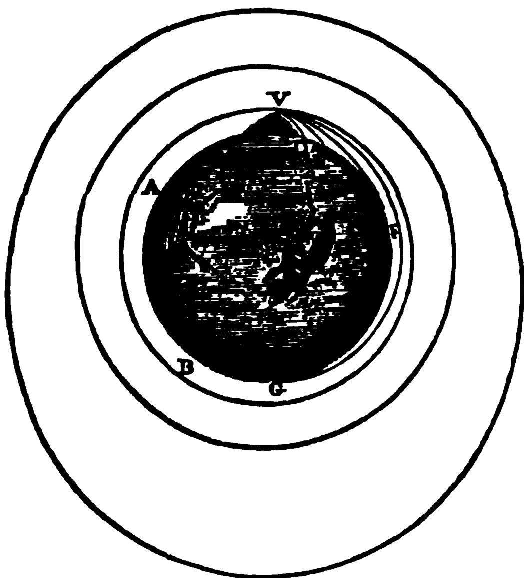
[8] Ono što se može izvesti iz Keplerovih zakona (vidi Max Born, *Natural Philosophy of Cause and Chance*, 1949, str. 129—33) jest da je za sve planete ubrzanje prema Suncu u svakom trenutku jednako k/r^2, gdje je r razdaljina između planeta i Sunca u datom trenutku, a k je konstanta, ista za sve planete. Upravo taj rezultat, pak, formalno proturječi Newtonovoj teoriji (osim pod pretpostavkom da su mase svih planeta jednake, ili, ako su nejednake, da su bar beskonačno male u usporedbi s masom Sunca). Ta činjenica slijedi iz onog što je o Keplerovom trećem zakonu ovdje rečeno u tekstu nakon bilješke 9. No, osim toga, treba imati u vidu da niti Keplerova niti Galileova teorija ne sadrže Newtonov pojam *sile* koji se u tradicionalno uvodi u tim izvođenjima bez mnogo okolišanja; kao da se taj („okultni") pojam mogao očitati iz činjenica i kao da on nije bio rezultat nove interpretacije činjenica (to jest, „fenomena" kako su ih opisivali Keplerovi i Galileovi zakoni) u svjetlu potpuno nove teorije. Tek nakon što je uveden pojam sile (a čak i proporcionalnost gravitacijske i inercijalne mase) uopće je moguće povezati gornju formulu za ubrzanje s Newtonovim zakonom privlačenja obratno proporcionalnog kvadratu razdaljine (pod pretpostavkom da su mase planeta zanemarive).

ne može nikada od konzistentnih premisa doći do konkluzije koja formalno proturiječi premisama od kojih smo pošli.

To smatram vrlo jakim argumentom protiv indukcije.

Sada ću ukratko ukazati na proturječnosti između Newtonove teorije i njezinih prethodnika. Galileo tvrdi da se bačeni kamen ili projektil kreće po paraboli osim u slučaju vertikalnog slobodnog pada kada se kreće s konstantnim ubrzanjem po pravcu. (Tokom čitave ove diskusije zanemarujemo otpor zraka.) Sa stajališta Newtonove teorije obje ove tvrdnje su pogrešne i to iz dva različita razloga. Prva je pogrešna jer putanja dalekometnog projektila kao što je inter-kontinentalna raketa (izbačena uvis ili horizontalno) neće biti čak niti približno parabolična nego eliptična. Ona postaje približno parabola samo ako je ukupna razdaljina leta zanemariva u usporedbi s polumjerom Zemlje. Na to je ukazao i sam Newton u *Principia*, kao i u svojoj populariziranoj verziji *The System of the World*, gdje je ilustrirao stvar slikom koju donosimo na ovoj stranici.

Newtonova slika ilustrira njegov iskaz da, ako se brzina projektila povećava, a time i razdaljina njegovog leta, on će



„najzad, premašujući zemljine granice, ...preći u prostor a da je i ne dodirne“[9].

Tako se projektil na zemlji kreće po elipsi, a ne po paraboli. Naravno, za dovoljno kratke izbačaje parabola će biti odlična aproksimacija; ali parabolična putanja nije striktno izvodiva iz Newtonove teorije ukoliko joj ne dodamo faktično neistinit početni uvjet (koji je, usput rečeno, neostvariv u Newtonovoj teoriji jer vodi do apsurdnih konzekvenci), naime, da je Zemljin polumjer beskonačan. Ako ne uvedemo tu pretpostavku, premda se *zna da je neistinita,* onda uvijek dobivamo elipsu, u suprotnosti s Galileovim zakonom prema kojem bismo trebali dobiti parabolu.

Do potpuno analogne logičke situacije dolazi u vezi s drugim dijelom Galileovog zakona koji tvrdi postojanje *konstante* ubrzanja. Sa stajališta Newtonove teorije, ubrzanje tijela u slobodnom padu nikada nije konstantno: ono uvijek raste tokom pada zato što se tijelo sve više i više približava centru privlačenja. Ovaj efekt je vrlo primjetan ako tijelo pada s velike visine, premda je on, naravno, zanemariv ako je visina zanemariva u usporedbi sa Zemljinim polumjerom. U tom slučaju možemo dobiti Galileovu teoriju iz Newtonove ako ponovo uvedemo *neistinitu* pretpostavku da je Zemljin polumjer beskonačan (ili da je visina s koje tijelo pada jednaka nuli).

Proturječnosti na koje sam ukazao nisu ni u kom slučaju zanemarive za dalekometne projektile. Na njih možemo primijeniti Newtonovu teoriju (naravno s korekcijama za otpor zraka), ali ne i Galileovu: ova druga naprosto dovodi do pogrešnih rezultata kao što se lako može pokazati pomoću Newtonove teorije.

Što se tiče Keplerovih zakona, situacija je slična. Očito je da Keplerovi zakoni u Newtonovoj teoriji samo približno vrijede — to jest striktno ne vrijede — ako uzmemo u obzir međusobno privlačenje planeta[10]. Ali ima fundamentalnijih

---

[9] Vidi Newtonova *Principia, Scholium* na kraju odjeljka II knjige I, str. 55 izdanja iz 1934 (Motteov prijevod koji je revidirao Cajori). Slika iz *The System of the World* i citat koji su ovdje navedeni nalaze se na str. 551. tog izdanja.

[10] Vidi, na primjer, P. Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 1905, preveo na engleski P. P. Wiener, 1945, dio II, poglavlje VI, odjeljak 4. Duhem kaže eksplicitnije ono što je implicitno u Newtonovom vlastitom iskazu *(Principia,* Knjiga I, stav lxv, teorem xxv), jer Newton dovoljno jasno daje do znanja da tamo gdje su u interakciji više od dva tijela, Keplerovi zakoni će u najboljem slučaju samo aproksimativno važiti, a čak i to samo u vrlo posebnim slučajevima od kojih on dva analizira nešto detaljnije. Usput rečeno, formula (1), u daljnjem tekstu, neposredno slijedi iz Knjige I, stava 1 IX s obzirom na knjigu I, stav xv. (Vidi također knjigu III, stav xv.)

proturječnosti između dviju teorija nego što je ova koja je prilično očita. Jer čak i ukoliko, čineći ustupak našim protivnicima, zanemarimo međusobno privlačenje planeta, Keplerov treći zakon, promatran sa stajališta Newtonove dinamike, ne može biti ništa drugo nego aproksimacija koja je primjenljiva na vrlo poseban slučaj: na planete čije su mase jednake ili, ako su nejednake, zanemarive u usporedbi sa Sunčevom masom. Budući da čak niti približno ne vrijedi za dva planeta od kojih je jedan vrlo lagan, a drugi vrlo težak, jasno je da Keplerov treći zakon proturiječi Newtonovoj teoriji na potpuno isti način kao Galileov zakon.

To se može lako pokazati na slijedeći način. Za sistem dvaju tijela — sistem dvostrukih zvijezda — iz Newtonove teorije proizlazi zakon koji astronomi često nazivaju „Keplerovim zakonom" jer je u uskoj vezi s Keplerovim trećim zakonom. Ovaj takozvani „Keplerov zakon" kaže da ako je m_0 masa jednog od dvaju tijela — recimo Sunca — i ako je m_1 masa drugog tijela — recimo planeta — onda, odabirući odgovarajuće jedinice mjerenja možemo iz Newtonove teorije izvesti

(1) $$a^3/T^2 = m_0 + m_1,$$

gdje je a srednja razdaljina između dvaju tijela, a T je vrijeme pune revolucije. Međutim, Keplerov vlastiti treći zakon tvrdi da

(2) $$a^3/T^2 = konstanta$$

to će reći, ista konstanta za *sve* planete Sunčevog sistema. Jasno je da taj zakon dobivamo iz (1) samo pod pretpostavkom da $m_0 + m_1$ = konstanta; a budući da je m_0 = konstanta za naš Sunčev sistem ako identificiramo m_0 sa Sunčevom masom, dobivamo (2) iz (1) ukoliko pretpostavimo da je m_1 isto za sve planete; ili ako je to činjenički *neistinito* (kao što doista i jest budući da je Jupiter nekoliko tisuća puta veći od najmanjih planeta), ukoliko pretpostavimo da su mase svih planeta *jednake nuli u usporedbi sa Sunčevom masom* tako da možemo staviti m_1 = o *za sve planete*. To je sasvim dobra aproksimacija sa stajališta Newtonove teorije, ali u isto vrijeme staviti m_1 = o nije samo striktno govoreći neistinito, nego je i neostvarivo sa stajališta Newtonove teorije. (Tijelo s masom jednakom nuli ne bi se više pokoravalo Newtonovim zakonima kretanja.) Tako, čak i ukoliko zaboravimo sve o međusobnom privlačenju planeta, Keplerov treći zakon (2) proturiječi Newtonovoj teoriji koja daje (1).

Važno je uočiti da iz Galileove ili Keplerove teorije ne dobivamo ni najmanji nagovještaj kako bi te teorije trebalo

modificirati — koje bi neistinite premise trebalo usvojiti i koje uvjete stipulirati — ako bismo pokušali prijeći od tih teorija na neku drugu i općenitije važeću kao što je Newtonova. *Tek nakon što posjedujemo Newtonovu teoriju možemo otkriti da li su, i u kojem smislu, stare teorije njezine aproksimacije.* Ukratko rečeno, premda su sa stajališta Newtonove teorije Galileova i Keplerova teorija odlične aproksimacije nekih posebnih Newtonovih rezultata, za Newtonovu teoriju se ne može reći, sa stajališta drugih dviju teorija, da je ona aproksimacija njihovih rezultata. Sve to pokazuje da logika, bilo deduktivna bilo induktivna, ne može nikako napraviti korak od tih teorija k Newtonovoj dinamici[11]. Samo genijalnost može napraviti taj korak. Jednom kada je on napravljen, može se reći da Galileovi i Keplerovi rezultati potkrepljuju novu teoriju.

Ovdje me, međutim, ne zanima toliko nemogućnost indukcije koliko *problem dubine.* A što se tiče tog problema, možemo doista nešto naučiti iz našeg primjera. Newtonova teorija ujedinjuje Galileovu i Keplerovu. Ali daleko od toga da je ona puka konjunkcija tih dviju teorija — koje igraju ulogu *explicanda* za Newtonovu teoriju — *ona ih ispravlja objašnjavajući ih.* Prvotni zadatak objašnjavanja bio je dedukcija ranijih rezultata. A taj zadatak je ispunjen ne izvođenjem tih ranijih rezultata nego izvođenjem nečeg boljeg umjesto njih: novih rezultata koji se, pod posebnim uvjetima starih rezultata, numerički vrlo približavaju starim rezultatima, a u isto vrijeme ih ispravljaju. Tako se može reći da empirijski uspjeh stare teorije potkrepljuje novu teoriju; k tome, ispravke se mogu opet provjeravati — i možda pobiti ili, pak, potkrijepiti. Ono što navedena logička situacija jasno iznosi na vidjelo jeste činjenica da nova teorija nikako ne može biti cirkularna ili *ad hoc*. Ne samo da nova teorija ne ponavlja svoj *explicandum* nego mu ona proturiječi i ispravlja ga. Na taj način čak i svjedočanstvo u prilog *explicandumu* postaje neovisno svjedočanstvo u prilog novoj teoriji. (Usput rečeno, ova nam analiza dopušta da *objasnimo vrijednost metričkih teorija* i mjerenja i tako nam pomaže da izbjegnemo pogrešku prihvaćanja mjerenja i preciznosti kao konačnih i nesvodivih vrijednosti.)

Smatram da kad god u empirijskim naukama nova teorija višeg stupnja univerzalnosti uspješno objasni neku stariju teoriju *ispravljajući je,* to je siguran znak da je nova teorija prodrla dublje od onih starijih. Zahtjev da nova teorija treba pri-

---

[11] Pojmovi sile (usp. bilješku 8) i djelovanja na razdaljinu donose nove teškoće.

bližno sadržavati staru teoriju, za odgovarajuće vrijednosti parametara nove teorije može se nazvati (slijedeći Bohra) *„principom korespondencije"*.

Kao što sam prije rekao, ispunjenje ovog zahtjeva je dovoljan uvjet za dubinu. Da to nije i nužan uvjet može se vidjeti iz činjenice da Maxwellova elektromagnetska valna teorija nije, u tom smislu, ispravila Fresnelovu valnu teoriju svjetlosti. Ona je, nema sumnje, značila napredovanje u dubini, ali u drukčijem smislu: „Staro pitanje o pravcu vibracija polarizirane svjetlosti postalo je bespredmetno. Teškoće u vezi s rubnim uvjetima za granice između dviju sredina bile su riješene samim temeljima teorije. Više nisu bile potrebne nikakve *ad hoc* hipoteze radi eliminiranja longitudinalnih svjetlosnih valova. Tlak svjetlosti, tako značajan u teoriji zračenja i tek kasnije eksperimentalno utvrđen, mogao je biti izveden kao jedna od konzekvenci te teorije."[12] Ovaj briljantni odlomak u kojem Einstein ocrtava neka od glavnih postignuća Maxwellove teorije i uspoređuje je s Fresnelovom može se uzeti kao pokazatelj da ima i drugih dovoljnih uvjeta za dubinu koje moja analiza ne pokriva.

Zadatak nauke, koji je, po mom mišljenju, pronalaženje zadovoljavajućih objašnjenja, teško se može razumjeti ako nismo realisti. Jer zadovoljavajuće objašnjenje je ono koje nije *ad hoc;* a ta ideja — *ideja neovisnog svjedočanstva* — teško se može razumjeti bez ideje otkrića, napredovanja prema dubljim slojevima objašnjenja, bez ideje da postoji nešto što bismo otkrivali i kritički raspravljali.

Ali ipak mi se čini da u okviru metodologije ne moramo pretpostaviti metafizički realizam; ne čini mi se da nam on može biti od velike pomoći, osim na intuitivan način. Jer jednom kada nam je rečeno da je cilj nauke objašnjavanje i da je najprihvatljivije objašnjenje ono koje je najstrože provjerljivo i najstrože provjereno, mi znamo sve što trebamo znati kao metodolozi. Ne možemo tvrditi da je taj cilj ostvariv niti pomoću niti bez pomoći metafizičkog realizma koji nam može dati jedino neko intuitivno ohrabrenje, neku nadu, ali nikakvu vrstu sigurnosti. I premda se može reći da racionalna

---

[12] A. Einstein, *Physikalische Zeitschrift,* 10, 1909, str. 817. i dalje. Za napuštanje teorije materijalnog etera (implicitno u Maxwellovom neuspjehu da izgradi njegov prihvatljiv materijalni model) može se reći da u gore analiziranom smislu daje dubinu Maxwellovoj teoriji kada se ona uspoređuje s Fresnelovom; a to je, čini mi se, implicitno u citatu iz Einsteinovog članka. Tako Maxwellova teorija u Einsteinovoj formulaciji možda i nije zapravo primjer *drugog* smisla „dubine". Ali u Maxwellovom originalnom obliku čini mi se da jest.

rasprava o metodologiji ovisi o pretpostavljenom ili hipotetičkom cilju nauke, ona zacijelo ne ovisi o metafizičkoj i najvjerojatnije neistinitoj pretpostavci da se istinita strukturalna teorija svijeta (ako uopće postoji) dade otkriti ili izraziti u ljudskom jeziku.

Ako se slika svijeta koju suvremena nauka prikazuje uopće približava istini — drugim riječima, ako imamo nešto nalik na „naučnu spoznaju" — onda uvjeti prisutni skoro svugdje u univerzumu čine gotovo nemogućim otkrivanje strukturalnih zakona one vrste za kojima tragamo, a tako onemogućuju i postizanje „naučne spoznaje". Jer gotovo svi krajevi univerzuma su ispunjeni kaotičnim zračenjem, a gotovo sve ostalo materijom u sličnom kaotičnom stanju. Usprkos tome, nauka je bila čudesno uspješna u napredovanju k onome što bi, po mom mišljenju, trebalo biti smatrano njezinim ciljem. Smatram da se ova neobična činjenica ne može objasniti a da se ne dokaže previše. Ali može nas potaknuti da težimo tom cilju, premda ne možemo dobiti dodatni poticaj da vjerujemo da ga stvarno možemo postići, niti na osnovi metafizičkog realizma niti na osnovi nečeg drugog.

BIBLIOGRAFSKA BILJEŠKA

Ovdje razmatranu ideju da teoriju mogu *ispravljati* „opažajni" ili „pojavni" zakon koji bi trebale objasniti (kao, na primjer, Keplerov treći zakon) izlagao sam često u svojim predavanjima. Jedno od tih predavanja je potaklo ispravljanje jednog prividnog pojavnog zakona (vidi članak iz 1941, na koji upućujem u knjizi *Poverty of Historicism,* 1957, 1960, bilješka na str. 134. i dalje). Drugo od tih predavanja je bilo objavljeno u *Gesetz und Wirklichkeit,* ur. Simon Moser (1948), 1949. Ta ista moja ideja bila je i „početna točka" (kako on sam kaže na str. 92) članka P. K. Feyerabenda „Explanation, Reduction and Empiricism" (u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, 3,* ur. Herbert Feigl i Grover Maxwell, 1962) čija se referenca (66) odnosi na ovaj članak (prvi put objavljen u časopisu *Ratio, 1,* 1957). Autori raznih članaka o srodnim temama izgleda da su previdjeli Feyerabendovo upućivanje na moj tekst.

Imre Lakatos

HISTORIJA NAUKE I NJEZINE RACIONALNE REKONSTRUKCIJE

UVOD

„Filozofija nauke bez historije nauke je prazna; historija nauke bez filozofije nauke je slijepa." Ravnajući se po ovoj parafrazi slavnog Kantovog načela, namjeravam u ovom članku objasniti *kako* historiografija nauke treba učiti od filozofije nauke i obratno. Pokušat ću dokazati da (*a*) filozofija nauke daje normativne metodologije pomoću kojih historičar rekonstruira „unutrašnju historiju" i time daje racionalno objašnjenje rasta objektivne spoznaje; (*b*) dvije suparničke metodologije mogu biti vrednovane uz pomoć (normativno protumačene] historije; (*c*) bilo koja racionalna rekonstrukcija historije mora biti nadopunjena empirijskom (socijalno-psihološkom) „vanjskom historijom".

Vitalno razgraničenje između normativno-unutrašnjeg i empirijski-vanjskog različito je za svaku metodologiju. Skupa uzevši, unutrašnje i vanjske historiografske teorije određuju u velikoj mjeri izbor problema za historičara. Ali neki od najodlučnijih problema vanjske historije mogu biti formulirani samo u kontekstu neke već pretpostavljene metodologije; stoga je ovako definirana unutrašnja historija primarna, a vanjska historija tek sekundarna. Zapravo, s obzirom na autonomiju unutrašnje (ali ne i vanjske) historije, vanjska historija je irelevantna za razumijevanje nauke[1].

---

[1] „Unutrašnja historija" se obično definira kao intelektualna historija, a „vanjska historija" kao socijalna historija (usp., npr., Kuhn [1968]). Moje neortodoksno, novo razgraničenje između „unutrašnje" i „vanjske" historije čini znatnu smjenu problema i može zvučati dogmatično. Ali moje definicije tvore čvrstu jezgru historiografskog istraživačkog programa; njihovo vrednovanje je sastavni dio vrednovanja plodnosti čitavog programa.

1. RIVALSKE METODOLOGIJE NAUKE; RACIONALNE REKONSTRUKCIJE KAO VODIČI U HISTORIJI

Ima nekoliko metodologija prisutnih u suvremenoj filozofiji nauke; ali one su sve mnogo drukčije od onog što se obično podrazumijevalo pod „metodologijom" u sedamnaestom ili čak u osamnaestom stoljeću. Tada je postojala nada da će metodologija opskrbiti učenjake mehaničkim skupom pravila *za rješavanje problema. Ta nada je danas napuštena:* moderne metodologija opskrbiti učenjake mehaničkim skupom pravila (možda čak i ne čvrsto povezanih, a kamoli mehaničkih) pravila za *ocjenjivanje* gotovih, artikuliranih teorija[2]. Ta pravila, ili sistemi ocjenjivanja, često služe i kao „teorije naučne racionalnosti", „kriteriji razgraničenja" ili „definicije nauke"[3]. Empirijska psihologija i sociologija otkrića su, naravno, izvan zakonodavne domene tih normativnih pravila.

Prikazat ću u kratkim crtama četiri različite „logike otkrića". Svaka od njih će biti karakterizirana pravilima koja određuju (naučno) *prihvaćanje* i *odbacivanje* teorija ili istraživačkih programa[4]. Ta pravila imaju dvostruku funkciju. Prvo, ona djeluju kao *kodeks naučnog poštenja* čije je kršenje nedopustivo; drugo, kao čvrste jezgre *(normativnih) historiografskih istraživačkih programa.* Ono na što bih se htio koncentrirati je njihova druga funkcija.

(a) *Induktivizam*

Induktivizam je bio jedna od najutjecajnijih metodologija nauke. Prema induktivizmu, u korpus nauke mogu biti prihvaćeni samo oni stavovi koji opisuju čvrste činjenice ili oni koji su nepogrešive induktivne generalizacije iz njih[5]. Kada induktivist *prihvaća* naučni stav, on ga prihvaća kao dokazano istinit; inače ga *odbacuje.* Njegova naučna strogost je kruta:

---

[2] To je vrlo značajna izmjena u problemu normativne filozofije nauke. Izraz „normativno" više ne označava pravila za dolaženje do rješenja, nego samo pravce za ocjenu već ponuđenih rješenja. *Metodologija* je na taj način odvojena od *heuristike,* isto kao što su vrijednosni sudovi odvojeni od „treba da" iskaza. (Ovu analogiju dugujem Johnu Watkinsu.)

[3] Ovo obilje sinonima se pokazalo prilično zbunjujućim.

[4] Epistemološko značenje naučnog „prihvaćanja" i „odbacivanja" nije, kao što ćemo vidjeti, ni izdaleka isto u četiri metodologije o kojima ćemo raspravljati.

[5] „*Neo*-induktivizam" zahtijeva samo (dokažljivo) visoko vjerojatne generalizacije. Ovdje ću razmotriti samo klasični induktivizam, ali se razvodnjena neo-induktivistička varijanta može tretirati na sličan način.

stav mora ili biti dokazan činjenicama ili — deduktivno ili induktivno — izveden iz drugih već dokazanih stavova.

Svaka metodologija ima svoje posebne epistemološke i logičke probleme. Na primjer, induktivizam mora s izvjesnošću uspostaviti istinitost „činjeničnih" („osnovnih") stavova i valjanost induktivnih zaključaka. Neki filozofi se toliko zaokupe svojim epistemološkim i logičkim problemima da nikada ne dođu dotle da se zainteresiraju za stvarnu historiju; ako se stvarna historija ne slaže s njihovim mjerilima, oni čak mogu imati smjelosti predložiti da cijelu nauku počnemo iznova. Drugi opet prihvaćaju neko grubo rješenje tih logičkih i epistemoloških problema i posvećuju se racionalnoj rekonstrukciji historije a da nisu ni svjesni logičko-epistemoloških nedostataka (ili čak neodrživosti) svoje metodologije[6].

Induktivistička kritika je prvenstveno skeptička: ona se sastoji u pokazivanju da je stav nedokazan, to jest, pseudonaučan, a ne u pokazivanju da je on neistinit[7]. Kada induktivistički historičar piše *prethistoriju* neke naučne discipline on je sklon da se mnogo poziva na takve kritike. On često objašnjava rano mračno doba — kada su ljudi bili zaokupljeni „nedokazanim idejama" — pomoću nekog „vanjskog" objašnjenja kao recimo socijalno-psihološke teorije o ometajućem utjecaju katoličke crkve.

Induktivistički historičar priznaje samo dvije vrste *pravih naučnih otkrića: čvrste činjenične stavove* i induktivne *generalizacije*. Oni i samo oni čine okosnicu njegove *unutrašnje historije*. Kada piše historiju on traga za njima — doista je problem naći ih. Tek kada ih pronađe može početi gradnju svojih lijepih piramida. Revolucije se sastoje u razotkrivanju [iracionalnih] pogrešaka koje su onda protjerane iz historije nauke u historiju pseudonauke, u historiju pukih vjerovanja: pravi naučni napredak počinje sa zadnjom naučnom revolucijom u bilo kojem datom području.

Svaka unutrašnja historiografija ima svoje karakteristične pobjedničke paradigme[8]. Glavne paradigme induktivističke historiografije bile su Keplerove generalizacije iz pažljivih promatranja Tycha Brahea; Newtonovo otkriće njegovog zakona gravitacije na osnovi, ovog puta, induktivnog generaliziranja Keplerovih „fenomena" planetarnog gibanja; i Ampèreovo otkriće njegovog zakona elektrodinamike na osnovi induktivnog

---

[6] Usp. str. 19.

[7] Za detaljnu raspravu o induktivističkoj (i uopće opravdavalačkoj) kritici usp. moj rad [1966].

[8] Sada upotrebljavam izraz „paradigma" u njegovom predkuhnovskom smislu.

generaliziranja njegovih promatranja električnih struja. Neki induktivisti uzimaju i da je moderna kemija, u stvari, počela s Lavoisierovim pokusima i njegovim „pravim objašnjenjima" tih pokusa.

Ali induktivistički historičar ne može pružiti *racionalno* „unutrašnje" objašnjenje *zašto* su uopće izabrane određene činjenice a ne neke druge. Za njega je to *ne-racionalni, empirijski, vanjski* problem. Induktivizam kao „unutrašnja" teorija racionalnosti spojiv je s mnogim različitim dopunskim empirijskim ili vanjskim teorijama izbora problema. Spojiv je, na primjer, s vulgarno marksističkim gledištem da izbor problema određuju društvene potrebe[9]; u stvari, neki vulgarni marksisti poistovjećuju glavne faze u historiji nauke s glavnim fazama ekonomskog razvoja[10]. Ali izbor činjenica ne mora biti određen društvenim činiocima; njega mogu određivati vannaučni intelektualni utjecaji. I induktivizam je jednako spojiv s „vanjskom" teorijom da je izbor problema prvenstveno određen urođenim, ili proizvoljno izabranim (ili tradicionalnim) teorijskim (ili „metafizičkim") okvirima.

Postoji radikalna vrsta induktivizma koja osuđuje sve vanjske utjecaje, bilo intelektualne, psihološke ili sociološke, kao uzroke nedopustivih predrasuda: radikalni induktivisti dozvoljavaju samo [slučajni] izbor od strane praznog duha. Radikalni induktivizam je posebna vrsta *radikalnog internalizma*. Prema ovom drugom, čim se ustanovi postojanje nekog vanjskog utjecaja na prihvaćanje naučne teorije (ili činjeničnog stava), mora se odustati od tog prihvaćanja: dokaz vanjskog utjecaja znači pobijanje[11]; ali budući da vanjski utjecaji uvijek postoje, radikalni internalizam je utopijski, a, kao teorija racionalnosti, samouništavajući[12].

Kada se radikalni induktivistički historičar suoči s problemom zašto su neki veliki učenjaci imali dobro mišljenje o metafizici i zašto su svoja otkrića smatrali značajnima iz razloga koji u svjetlu induktivizma izgledaju vrlo neobično, on će te probleme „iskrivljene svijesti" dodijeliti psihopatologiji, to jest vanjskoj historiji.

---

[9] Na tu spojivost je ukazao Agassi na str. 23—27. njegovog [1963]. Ali nije li on ukazao na analognu spojivost s njegovom vlastitom falsifikacionističkom historiografijom?

[10] Usp., npr., Bernal [1965], str. 377.

[11] Neki su logički pozitivisti pripadali tom skupu: čovjek se sjeća Hempelovog užasavanja i Popperove povremene pohvale izvjesnih vanjskih metafizičkih utjecaja na nauku (Hempel [1937]).

[12] Kada se njemački opskurantisti rugaju „pozitivizmu", oni često misle na radikalni internalizam, a posebno radikalni induktivizam.

(b) Konvencionalizam

Konvencionalizam dopušta izgradnju bilo kakvog sistema pretinaca koji organizira činjenice u neku koherentnu cjelinu. Konvencionalist odlučuje da što duže održi netaknutim centar takvog sistema pretinaca: kada se pojave teškoće u vidu provale anomalija, on samo mijenja i komplicira periferne rasporede. Ali konvencionalist ne smatra nijedan sistem pretinaca kao dokazano istinit, nego jedino kao „istinit po konvenciji" (ili možda čak kao niti istinit niti neistinit). U *revolucionarnim* vrstama konvencionalizma nije nužno zauvijek se držati jednog određenog sistema pretinaca: smije ga se napustiti ako postane nepodnošljivo nezgrapan i ako neki jednostavniji bude ponuđen da ga zamijeni[13]. Ta verzija konvencionalizma je epistemološki, a pogotovo logički, mnogo jednostavnija od induktivizma: ona nema potrebu za valjanim induktivnim zaključcima. Istinski *napredak* nauke je kumulativan i odigrava se na prizemnoj razini „dokazanih" činjenica[14], *promjene* na teorijskoj razini su čisto instrumentalne. Teorijski „napredak" je samo u pogodnosti („jednostavnosti"), a ne u istinosnom sadržaju[15]. Naravno, revolucionarni konvencionalizam se može uvesti i na razini „činjeničnih" stavova i u tom slučaju bi se „činjenični" stavovi prihvaćali odlukom a ne eksperimentalnim „dokazima". Ali tada, ako konvencionalist treba da zadrži ideju da rast „činjenične" nauke ima ikakve veze s objektivnom, činjeničnom istinom, on mora izmisliti neki metafizički princip koji će biti prisiljen dodati svojim pravilima za igru nauke[16]. Ukoliko to ne učini, ne može izbjeći skepticizam ili, u najmanju ruku, neki radikalni oblik instrumentalizma.

---

[13] Za to što ovdje nazivam *revolucionarnim konvencionalizmom* vidi moj rad [1970], str. 105—106 i 187—189.

[14] Ovdje uglavnom raspravljam samo o jednoj verziji konvencionalizma, onoj koju Agassi u svom [1966] naziva „grubom", onoj koja pretpostavlja da činjenični stavovi — za razliku od sistema pretinaca — mogu biti „dokazani". (Duhem, na primjer, ne povlači jasnu razliku između činjenica i činjeničnih stavova.)

[15] Važno je uočiti da većina konvencionalista nije sklona napustiti induktivne generalizacije. Oni razlikuju *„razinu činjenica"*, *„razinu zakona"* (tj. induktivne generalizacije iz „činjenica") i *„razinu teorija"* (ili sistema pretinaca) koja na prikladan način klasificira i činjenice i induktivne zakone. (Whewell, konzervativni konvencionalist, i Duhem, revolucionarni konvencionalist, razlikuju se manje nego što ljudi misle.)

[16] Takvi metafizički principi mogu se nazvati „induktivnim principima". U vezi s „induktivnim principom" koji — grubo govoreći — čini Popperov „stupanj potkrepljenosti" (konvencionalistička ocjena) mjerom Popperove istinolikosti (istinosni sadržaj, manje neistinosni sadržaj) vidi moj rad [1968a], str. 390—408. i [1974], §2. (Jedan drugi dosta rašireni „induktivni princip" može se formulirati ovako: „Ono što grupa učenjaka koji su školovani — ili koji su upućeni u najnovija istraživanja ili koji su preostali nakon čistki — odluči da *prihvati* kao „istinito" jest istinito.")

(Važno je razjasniti *odnos između konvencionalizma i instrumentalizma*. Konvencionalizam počiva na uvidu da neistinite pretpostavke mogu imati istinite konzekvence; dakle, neistinite teorije mogu imati veliku moć predviđanja. Konvencionalisti se moraju suočiti s problemom usporedbe rivalskih neistinitih teorija. Većina njih je poistovjetila istinu s njezinim znacima pa su završili u prihvaćanju neke verzije pragmatičke teorije istine. Popperova teorija istinosnog sadržaja, istinolikosti i potkrepljenosti je konačno postavila osnovu filozofski besprijekorne verzije konvencionalizma. S druge strane, neki konvencionalisti nisu imali dovoljno logičkog obrazovanja da shvate da neki stavovi mogu biti istiniti premda su nedokazani, da drugi mogu biti neistiniti premda imaju istinite konzekvence, a također da su neki stavovi i neistiniti i približno istiniti. Ti su ljudi izabrali „instrumentalizam": došli su do toga da teorije ne smatraju ni istinitima ni neistinitima, nego naprosto „instrumentima" za predviđanje. Konvencionalizam, kako je ovdje definiran, je filozofski valjano stajalište; instrumentalizam je njegova degenerirana verzija, zasnovana na čistoj filozofskoj zbrci proizašloj iz nedostatka elementarne logičke kompetencije.)

Revolucionarni konvencionalizam je rođen kao bergsonovska filozofija nauke: slobodna volja i kreativnost su bile parole. Konvencionalistički kodeks naučne časti manje je strog od induktivističkog: on ne zabranjuje nedokazanu spekulaciju i dopušta da se sistem pretinaca izgradi oko *bilo koje* hirovite ideje. Štoviše, konvencionalizam ne žigoše odbačene sisteme kao nenaučne: konvencionalist vidi mnogo više stvarne historije nauke kao racionalnu („unutrašnju") nego induktivist.

Za konvencionalističkog historičara glavna otkrića su prvenstveno izumi novih i jednostavnijih sistema pretinaca. Zato on stalno vrši usporedbe u pogledu jednostavnosti: komplikacije sistema pretinaca i njihova revolucionarna zamjena jednostavnijima čini okosnicu njegove unutrašnje historije.

Paradigmatski slučaj naučne revolucije za konvencionalista bila je kopernikanska revolucija[17]. Napravljeni su pokušaji da se pokaže kako su i Lavoisierova i Einsteinova revolucija također bile zamjene nezgrapnih teorija jednostavnijima.

---

[17] Većina historijskih prikaza kopernikanske revolucije napisana je s konvencionalističkog stajališta. Malo njih je tvrdilo da je Kopernikova teorija „induktivna generalizacija" iz nekog „činjeničnog otkrića" ili da je predložena kao smjela teorija da zamijeni ptolomejsku teoriju koja je bila pobijena nekim slavnim „krucijalnim" eksperimentom. Za daljnju raspravu o historiografiji kopernikanske revolucije usp. Lakatos i Zahar [1976].

Konvencionalistička historiografija ne može pružiti *racionalno* objašnjenje zašto su uopće odabrane određene činjenice ili zašto su baš ti određeni sistemi pretinaca isprobani a ne neki drugi u stadiju kada su njihove relativne prednosti još bile nejasne. Tako je konvencionalizam, poput induktivizma, spojiv s raznim dopunskim empirijsko-„vanjskim" programima.

Konačno, konvencionalistički historičar, kao i njegov induktivistički kolega, često se suočava s problemom „iskrivljene svijesti". Prema konvencionalizmu, na primjer, „činjenica je" da veliki učenjaci do svojih teorija dolaze uzletom imaginacije. Zašto oni onda često tvrde da su svoje teorije izveli iz činjenica? Konvencionalistova racionalna rekonstrukcija često se razlikuje od rekonstrukcije samih velikih učenjaka — konvencionalistički historičar predaje eksternalistu te probleme iskrivljene svijesti[18].

(c) *Metodološki falsifikacionizam*

Suvremeni falsifikacionizam je nastao kao logičko-epistemološka kritika induktivizma i duhemovskog konvencionalizma. Induktivizam je bio kritiziran s obrazloženjem da su njegove dvije osnovne pretpostavke, naime, da se činjenični stavovi mogu „izvesti" iz činjenica i da mogu postojati valjani induktivni zaključci (koji proširuju sadržaj), nedokazane a čak i dokazano neistinite. Duhem je bio kritiziran s obrazloženjem da usporedba intuitivne jednostavnosti može biti jedino stvar subjektivnog ukusa i da je ona toliko nejasna da na njoj ne može biti zasnovana nikakva djelotvorna kritika. Popper je u svojoj *Logici naučnog otkrića* predložio novu „falsifikacionističku" metodologiju[19]. Ta je metodologija druga vrsta revolucionarnog konvencionalizma: glavna je razlika što ona dozvoljava da činjenični, prostorno-vremenski singularni „bazični iskazi", a ne prostorno-vremenski univerzalne teorije, budu prihvaćene po konvenciji. U falsifikacionističkom kodeksu časti neka teorija je naučna jedino ako može biti *dovedena* u sukob s nekim bazičnim iskazom; a teorija se mora eliminirati

[18] Na primjer, za ne-induktivističke historičare Newtonovo „*Hypotheses non fingo*" predstavlja veliki problem. Duhem, koji se, za razliku od većine historičara, nije potpuno predao obožavanju Newtona odbacio je Newtonovu induktivističku metodologiju kao logičku besmislicu; ali Koyré, čije mnoge jake točke nisu uključivale logiku, posvetio je duga poglavlja „skrivenim dubinama" Newtonove zbrke.

[19] *U ovom članku taj izraz upotrebljavam isključivo kao oznaku za jednu verziju falsifikacionizma, naime, za „naivni metodološki falsifikacionizam" kako je definiran u mom radu* [1970], str. 93—116.

ako se sukobljava s nekim prihvaćenim bazičnim iskazom. Popper je također ukazao na jedan dodatni uvjet koji teorija mora zadovoljiti da bi se mogla smatrati naučnom: ona mora predvidjeti činjenice koje su *nove*, to jest, neočekivane u svjetlu prethodnog znanja. Tako je protivno Popperovom kodeksu naučne časti predlagati neopovrgljive teorije ili *„ad hoc"* hipoteze (koje ne impliciraju *nova* empirijska predviđanja) — upravo kao što je protiv (klasičnog) induktivističkog kodeksa naučne časti predlagati nedokazane teorije.

Velika privlačnost popperovske metodologije leži u njezinoj jasnoći i snazi. Popperov deduktivni model naučne kritike sadrži empirijski opovrgljive prostorno-vremenski univerzalne stavove, početne uvjete i njihove konzekvence. Oružje kritike je *modus tollens:* sliku ne kompliciraju ni induktivna logika ni intuitivna jednostavnost[20].

(Premda je logički besprijekoran, falsifikacionizam ima svoje vlastite epistemološke teškoće. U svojoj „dogmatskoj" proto-verziji on pretpostavlja dokazivost stavova iz činjenica i, prema tome, opovrgljivost teorija — što je pogrešna pretpostavka[21]. U svojoj popperovskoj „konvencionalističkoj" verziji on treba neki (ekstra-metodološki) „induktivni princip" koji će dati epistemološku težinu njegovim odlukama da prihvaća „bazične" iskaze i koji će općenito povezati njegova pravila naučne igre s „istinolikošću"[22].)

Popperovski historičar traga za velikim, „smjelim", opovrgljivim teorijama i za velikim negativnim krucijalnim eksperimentima. Oni čine kostur njegove racionalne rekonstrukcije. Omiljene paradigme popperovaca za velike opovrgljive teorije su Newtonova i Maxwellova teorija, formule zračenja Rayleigha, Jeansa i Wiena i einsteinovska revolucija; njihove omiljene paradigme za krucijalne eksperimente su Michelsonov i Morleyev eksperiment, Eddingtonov pomrčinski eksperiment i eksperimenti Lummera i Pringsheima. Agassi je bio onaj koji je pokušao taj naivni falsifikacionizam pretvoriti u sistematski historiografski istraživački program[23]. Napose je on predvidio (ili „poslijevidio" ako hoćete) da iza svakog velikog eksperimentalnog otkrića leži neka teorija kojoj je otkriće proturiječilo; važnost činjeničnog otkrića treba mjeriti važnošću teorije koja je njime pobijena. Izgleda da Agassi bez rezerve prihvaća

---

[20] Budući da u njegovoj metodologiji *pojam* intuitivne jednostavnosti nema mjesta, Popper je mogao izraz „jednostavnost" upotrebljavati za „stupanj opovrgljivosti". Ali jednostavnost sadrži više od toga: usp. moj rad [1970], str. 131. i dalje.

[21] Za raspravu o tome usp. moj rad [1970], posebno str. 99—100.

[22] Za daljnju raspravu usp. str. 290—300.

[23] Agassi [1963].

vrijednosne sudove naučne zajednice u vezi s važnošću činjeničnih otkrića poput Galvanijevog, Oerstedovog, Priestleyevog, Roentgenovog i Hertzovog; ali on poriče „mit" da su to bila slučajna otkrića (kao što se kaže za prva četiri) ili potvrđujući slučajevi (kao što je na početku Hertz mislio za svoje otkriće)[24]. Tako Agassi dolazi do smjelog predviđanja: svi ti navedeni eksperimenti su bili uspješna pobijanja — u nekim slučajevima čak i *planirana* pobijanja — teorija koje on namjerava iznijeti na vidjelo, i doista, u većini slučajeva tvrdi da ih je i iznio na vidjelo[25].

Popperovska unutrašnja historija, sa svoje strane, lako se dopunjuje vanjskim teorijama historije. Tako sam Popper objašnjava da (s pozitivne strane) (1) glavni *vanjski* poticaj naučnih teorija dolazi iz nenaučne „metafizike", a čak i iz mitova (to je kasnije bilo na krasan način ilustrirano, uglavnom od Koyréa); a da (s negativne strane) (2) činjenice *ne* čine takav vanjski poticaj — činjenična otkrića u potpunosti pripadaju unutrašnjoj historiji, pojavljujući se kao pobijanja neke naučne teorije, tako da se činjenice primjećuju jedino ako se sukobljavaju s nekim prethodnim očekivanjem. Obje teze su kameni temeljci Popperove *psihologije* otkrića[26]. Feyerabend je razvio drugu zanimljivu Popperovu *psihološku* tezu, naime, da umnažanje rivalskih teorija može — *vanjski* — ubrzati *unutrašnje* popperovsko opovrgavanje[27].

Ali vanjske dopunske teorije falsifikacionizma ne moraju biti ograničene na čisto intelektualne utjecaje. Treba naglasiti (*pace* Agassi) da falsifikacionizam nije ništa manje od induktivizma spojiv s vulgarno-marksističkim tumačenjem uzroka

---

[24] Eksperimentalno otkriće je *slučajno otkriće u objektivnom smislu* ako ono nije ni potvrđujući ni opovrgavajući slučaj neke teorije u objektivnom korpusu znanja u tom trenutku; ono je *slučajno otkriće u subjektivnom smislu* ako ga otkrivač nije postigao (ili uočio) ni kao potvrđujući ni kao opovrgavajući slučaj neke teorije koju je on osobno razmatrao u tom trenutku.

[25] Agassi [1963], str. 64—74.

[26] Unutar Popperovog kruga Agassi i Watkins su bili oni koji su posebno naglašavali značaj neopovrgljivih i jedva provjerljivih *„empirijskih"* teorija u pružanju *vanjskog* poticaja kasnijim u pravom smislu *naučnim* razvojima. (Usp. Agassi [1964] i Watkins [1958].) Ta je ideja, naravno, prisutna već u Popperovim [1935] i [1960]. Usp. moj rad [1970], str. 184; ali nadam se da će nova formulacija razlike između njihovog pristupa i moga, koju ću dati u ovom članku, biti mnogo jasnija.

[27] Popper povremeno — a Feyerabend sistematski — ističu katalizatorsku *(vanjsku)* ulogu alternativnih teorija u smišljanju takozvanih „krucijalnih eksperimenata". Ali alternative nisu naprosto katalizatori koji se kasnije mogu ukloniti u racionalnoj rekonstrukciji, već su one *nužni* dijelovi procesa opovrgavanja. Usp. Popper [1940] i Feyerabend [1965]; ali usp. također Lakatos [1970], posebno str. 121, bilješku 4.

napretka nauke. Jedina je razlika u tome što dok se induktivisti mogu pozivati na marksizam da objasni otkrivanje *činjenica*, dotle se falsifikacionisti na njega mogu pozivati da objasni smišljanje *naučnih teorija;* dok je izbor činjenica (to jest, za falsifikacionista, izbor „mogućih pobijača") prvenstveno određen na unutrašnji način teorijama.

„Iskrivljena svijest" — „iskrivljena" sa stajališta *njegove* teorije racionalnosti — stvara problem za falsifikacionističkog historičara. Na primjer, zašto neki učenjaci vjeruju da su krucijalni eksperimenti pozitivni i da verificiraju, a ne da su negativni i da opovrgavaju? Falsifikacionist Popper je bio onaj koji je, da bi riješio te probleme, bolje nego itko prije njega izložio rascjep između objektivne spoznaje (u njegovom „trećem svijetu") i njezinih iskrivljenih odraza u individualnim umovima[28]. Tako je otvorio put za moje razgraničenje unutrašnje i vanjske historije.

(d) *Metodologija naučnih istraživačkih programa*

Prema mojoj metodologiji, velika znanstvena postignuća su istraživački programi koji mogu biti ocjenjivani pomoću progresivnih i degenerirajućih izmjena problema; a naučne se revolucije sastoje u tome što jedan istraživački program istiskuje neki drugi (pretičući ga u napretku)[29]. Ta metodologija pruža novu racionalnu rekonstrukciju nauke. Najbolje ju je prikazati suprotstavljajući je falsifikacionizmu i konvencionalizmu, od kojih oba ona posuđuje bitne elemente.

Od konvencionalizma ta metodologija posuđuje slobodu da racionalno prihvaća po konvenciji ne samo prostorno-vremenski singularne „činjenične iskaze" nego i prostorno-vremenski univerzalne teorije: doista, to postaje najvažniji ključ za kontinuitet naučnog rasta[30]. Osnovna jedinica ocjene ne smije biti izolirana teorija ili konjunkcija teorija nego *„istraživački program"* s konvencionalno prihvaćenom (i, dakle, na osnovu provizorne odluke „neopovrgljivom") *„čvrstom jezgrom"* i s *„pozitivnom heuristikom"* koja definira probleme,

[28] Usp. Popper [1968*a*] i [1968*b*].

[29] Izrazi „progresivne" i „degenerirajuće izmjene problema", „istraživački programi" i „istiskivanje" bit će grubo definirani u daljnjem tekstu, a za razrađenije definicije vidi moj rad [1968*b*] a posebno [1970].

[30] Popper to ne dopušta: „Postoji ogromna razlika između mojih gledišta i konvencionalizma. Ja držim da je ono što karakterizira empirijsku metodu samo ovo: naše konvencije određuju prihvaćanje *singularnih*, a ne *univerzalnih* iskaza" (Popper [1935], odjeljak 30).

naznačuje izgradnju pojasa pomoćnih hipoteza, predviđa anomalije i pobjednički ih pretvara u primjere, sve prema unaprijed zamišljenom planu. Učenjak nabraja anomalije, ali sve dok njegov istraživački program zadržava svoj impuls, on ih može slobodno odložiti na stranu. *Prvenstveno je pozitivna heuristika njegovog programa, a ne anomalije, ono što diktira izbor njegovih problema*[31]. Tek kada oslabi pokretna sila pozitivne heuristike može se pokloniti više pažnje anomalijama. *Metodologija istraživačkih programa može na taj način objasniti visok stupanj autonomnosti teorijske nauke;* nepovezani nizovi nagađanja i pobijanja u naivnom falsifikacionizmu to ne mogu. Ono što je za Poppera, Watkinsa i Agassija *vanjska,* utjecajna metafizika, ovdje se pretvara u *unutrašnju* „čvrstu jezgru" nekog programa[32].

Metodologija istraživačkih programa pruža mnogo drukčiju sliku naučne igre od slike metodološkog falsifikacionista. Najbolji gambit nije neka opovrgljiva (i prema tome konzistentna) hipoteza, nego neki istraživački program. Puko „opovrgavanje" (u Popperovom smislu) ne smije implicirati odbacivanje[33]. Puka opovrgavanja (to jest, anomalije) treba registrirati, ali ne mora se na osnovi njih i djelovati. Popperovi veliki negativni krucijalni eksperimenti nestaju; „krucijalni eksperiment" je počasni naziv koji se, naravno, može pridati određenim anomalijama, ali tek *mnogo vremena nakon događaja,* tek kada je jedan program bio poražen od nekog drugog. Prema Popperu, krucijalni eksperiment je opisan prihvaćenim bazičnim iskazom koji je nekonzistentan s teorijom — prema metodologiji naučnih istaživačkih programa nijedan prihvaćeni bazični iskaz *sam za sebe* ne daje za pravo učenjaku da odbaci teoriju. Takav sukob može predstavljati problem (veći ili manji), ali ni u kom slučaju „pobjedu". Priroda može uzviknuti *ne*, ali ljudska domišljatost — nasuprot Weylu i Poppe-

---

[31] Falsifikacionist to vatreno poriče: „Učenje iz iskustva je učenje iz opovrgavajućeg slučaja. Opovrgavajući slučaj tada postaje problematični slučaj" (Agassi [1964], str. 201). U svom [1969] Agassi je pripisao Popperu iskaz da „mi učimo iz iskustva pomoću opovrgavanja" (str. 169) i dodaje da se prema Popperu može učiti *jedino* iz opovrgavanja, ali ne iz potkrepljivanja (str. 167). Feyerabend, čak u svom [1969], kaže da su *„negativni slučajevi dovoljni u nauci"*. Ali te primjedbe ukazuju na vrlo jednostranu teoriju učenja iz iskustva. (Usp. moj [1970], str. 121, bilješka 1, i str. 123).

[32] Duhem, kao čvrsti pozitivist u filozofiji nauke, bez sumnje bi isključio većinu „metafizike" kao nenaučno i ne bi dopustio da ona ima bilo kakav utjecaj na nauku u pravom smislu.

[33] Usp. moj [1968*a*], str. 383—386, moj [1968*b*], str. 162—167 i moj [1970], str. 116 i dalje i str. 155 i dalje.

ru[34] — može uvijek uzviknuti glasnije. Uz dovoljno dosjetljivosti i nešto sreće bilo koja teorija se može „progresivno" braniti vrlo dugo, čak i ako je neistinita. Treba napustiti popperovsku shemu „nagađanja i pobijanja", to jest shemu pokušaja-pomoću-hipoteze koji prati pogreška-koju-je-pokazao-eksperiment: nijedan eksperiment nije krucijalan u trenutku kada je izvršen a kamoli ranije (osim možda psihološki).

Trebalo bi, međutim, istaći da metodologija naučnih istraživačkih programa ima veći doseg od Duhemovog konvencionalizma: umjesto da ostavim Duhemovom neartikuliranom zdravom razumu[35] da sudi kada neki sistem treba napustiti, ja ubacujem neke vrlo popperovske elemente u ocjenu da li neki program napreduje ili degenerira, ili da li jedan pretiče drugi. To jest, dajem kriterije progresa i stagnacije unutar nekog programa a također i pravila za „eliminiranje" čitavih istraživačkih programa. Za neki istraživački program se kaže da *napreduje* sve dok njegov teorijski rast anticipira njegov empirijski rast, to jest, sve dok nastavi predviđati nove činjenice s nekim uspjehom (*„progresivna smjena problema"*); on *stagnira* ako njegov teorijski rast zaostaje za njegovim empirijskim rastom, to jest sve dok daje jedino *post hoc* objašnjenja bilo slučajnih otkrića bilo činjenica koje su anticipirane i otkrivene u nekom rivalskom programu (*„degenerirajuća smjena problema"*)[36]. Ako neki istraživački program progresivno objašnjava više od svog rivala, on ga „istiskuje" i rival može biti eliminiran (ili, ako hoćete, „otpisan")[37].

---

[34] Usp. Popper [1935], odjeljak 85.

[35] Usp. Duhem [1906], dio II, poglavlje VI, §10.

[36] U stvari, ja definiram istraživački program kao degenerirajući čak i ako anticipira nove činjenice ali to čini razvijajući se kaotično a ne pomoću koherentne i unaprijed isplanirane pozitivne heuristike. Razlikujem tri tipa *ad hoc* pomoćnih hipoteza: one koje nemaju višak empirijskog sadržaja nad svojim prethodnikom (*„ad hoc$_1$"*), one koje imaju takav višak sadržaja ali ništa od njega nije potkrepljeno (*„ad hoc$_2$"*) i, konačno, one koje nisu *ad hoc* u ta dva smisla ali ne čine integralni dio pozitivne heuristike (*„ad hoc$_3$"*). Primjer za *ad hoc$_1$* hipotezu pružaju lingvistička okolišanja pseudonauka ili konvencionalistička lukavstva o kojima sam raspravljao u [1963-4] kao „isključivanje čudovišta", „isključivanje izuzetaka", „prilagođavanje čudovišta" itd. Slavan primjer *ad hoc$_2$* hipoteze pruža Lorentzova i Fitzgeraldova hipoteza skraćivanja; primjer *ad hoc$_3$* hipoteze je Planckova prva ispravka Lummer-Pringsheimove formule. Nešto od kanceroznog rasta u suvremenim društvenim „naukama" sastoji se od mreže takvih *ad hoc$_3$* hipoteza kao što su pokazali Meehl i Lykken. (Za reference usp. moj [1970], str. 175, bilješke 2 i 3).

[37] Rivalstvo dvaju istraživačkih programa je, naravno, dug proces tokom kojeg je racionalno raditi na bilo kojem od njih (*ili, ako čovjek može, i na jednom i na drugom*). Drugi slučaj postaje važan, na primjer, kada je jedan od rivalskih programa neodređen i kada ga njegovi

(*Unutar* istraživačkog programa neka teorija može biti eliminirana jedino od bolje teorije, to jest od one koja ima više empirijskog sadržaja od svojih prethodnika i pod uvjetom da je dio tog viška sadržaja naknadno potvrđen. A da bi došlo do tog zamjenjivanja jedne teorije boljom, prva teorija čak ni ne mora biti „opovrgnuta" u Popperovom smislu tog izraza. Dakle, progres obilježavaju slučajevi verificiranja viška sadržaja a ne slučajevi opovrgavanja[38]; empirijsko „opovrgavanje" i stvarno „odbacivanje" postaju neovisni[39]. Prije nego što se teorija modificira nikada ne možemo znati na koji je način bila „pobijena", a neke od najzanimljivijih modifikacija su bile motivirane „pozitivnom heuristikom" istraživačkog programa a ne *anomalijama. Sama ta razlika ima značajne* konzekvence i dovodi do racionalne rekonstrukcije naučne promjene koja je mnogo drukčija od Popperove[40].)

Vrlo je teško odlučiti, posebno zato što se ne smije zahtijevati progres na svakom pojedinom koraku, kada je neki istraživački program beznadno degenerirao ili kada je jedan od dvaju rivalskih programa postigao odlučujuću prednost nad drugim. U toj metodologiji, kao i u Duhemovom konvencionalizmu, ne može postojati lako postiziva — a kamoli mehanička — racionalnost. *Niti logičarev dokaz nekonzistentnosti niti sud eksperimentalnog učenjaka o anomaliji ne mogu pora-*

---

protivnici žele razviti u oštrijem obliku da bi pokazali njegove slabosti. Newton je razradio kartezijansku teoriju vrtloga da bi pokazao da je ona nekonzistentna s Keplerovim zakonima. (Istovremeni rad na rivalskim programima, naravno, potkopava Kuhnovu tezu psihološke nesumjerljivosti rivalskih paradigmi.)

Napredak jednog programa je vitalni činilac u degeneraciji njegovog rivala. Ako program P_1 stalno proizvodi „nove činjenice", one će po definiciji biti anomalije za rivalski program P_2. Ako P_2 objašnjava te nove činjenice samo na *ad hoc* način, on degenerira po definiciji. Tako što više P_1 napreduje, to je teže napredovati za P_2.

[38] Usp. posebno moj [1970], str. 120—121.

[39] Usp. posebno moj [1968*a*], str. 385. i [1970], str. 121.

[40] Na primjer, rivalska teorija koja djeluje kao *vanjski* katalizator *za popperovsko opovrgavanje neke teorije ovdje postaje unutrašnji* činilac. U Popperovoj (i Feyerabendovoj) rekonstrukciji takva se teorija, nakon opovrgavanja teorije koja je bila provjeravana, može ukloniti iz racinalne rekonstrukcije; u mojoj rekonstrukciji ona mora ostati u okviru unutrašnje historije da opovrgavanje ne bi bilo poništeno. (Usp. bilješku 27.)

Druga značajna konzekvenca je razlika između Popperove i moje diskusije Duhem-Quineovog argumenta; usp. s jedne strane Popper [1935], zadnji paragraf odjeljka 18 i odjeljak 19, bilješka 1; Popper [1957*b*]. str. 131—133; Popper [1963*a*], str. 112, bilješka 26, str. 238—239 i str. 243; a s druge strane moj [1970], str. 184—189.

ziti neki istraživački program jednim udarcem. Može se biti „mudar" jedino nakon događaja[41].

U tom kodeksu naučne časti skromnost igra veću ulogu nego u drugim kodeksima. Čovjek *mora* shvatiti da njegov protivnik, čak i kada jako zaostaje, može još uvijek prirediti povratak. Prednost jedne strane se nikada ne može smatrati apsolutno konkluzivnom. Nema nikada ničeg neizbježnog u vezi s trijumfom nekog programa. Također, nema nikada ničeg neizbježnog u vezi s njegovim porazom. Tako tvrdoglavost, kao i skromnost, ima više „racionalnog" domašaja. *Postignuća rivalskih strana, međutim, moraju biti registrirana*[42] *i javno iznesena u svim trenucima.*

(Trebali bismo ovdje bar spomenuti glavni epistemološki problem metodologije naučnih istraživačkih programa. Poput Popperovog metodološkog falsifikacionizma, ona predstavlja vrlo radikalnu verziju konvencionalizma. Potrebno je uvesti neki ekstrametodološki induktivni princip da bi se — makar i slabo — povezao naučni gambit pragmatičnih prihvaćanja i odbacivanja s istinolikošću[43]. Samo neki takav „induktivni princip" može pretvoriti nauku iz puke igre u epistemološki racionalno postupanje; iz skupa bezbrižnih skeptičkih gambita prakticiranih radi intelektualne zabave u ozbiljniji i neizvjestan pothvat približavanja Istini o Univerzumu[44].)

Metodologija naučnih istraživačkih programa sačinjava, kao i svaka druga metodologija, historiografski istraživački program. Historičar koji tu metodologiju prihvaća kao vodiča tragat će u historiji za rivalskim istraživačkim programima, za progresivnim i degenerirajućih smjenama problema. Tamo gdje duhemovski historičar vidi revoluciju jedino u jednostavnosti (kao u Kopernikovoj), on će tragati za dalekosežnim progresivnim programom koji pretiče onaj degenerirajući. Kada falsifikacionist vidi krucijalni negativni eksperiment, on će „predvidjeti" da ničeg takvog nije bilo, da iza bilo kojeg navodnog krucijalnog eksperimenta, iza bilo koje pojedine navodne bitke između teorije i eksperimenta, odigrava se skriveni rat do iznemoglosti između dva istraživačka programa. Ishod tog rata je tek kasnije u falsifikacionističkoj rekonstrukciji povezan s nekim navodnim „krucijalnim eksperimentom".

---

[41] Za falsifikacionista to je odbojna ideja; usp., npr., Agassi [1963], str. 48. i dalje.

[42] Izgleda da sada Feyerabend poriče čak i da je to mogućnost; usp. njegov [1970*a*], a posebno [1970*b*] i [1971].

[43] Ovdje upotrebljavam „istinolikost" u Popperovom tehničkom smislu, kao razliku istinosnog sadržaja i neistinosnog sadržaja neke teorije. *Usp. njegov [1963a], poglavlje 10.*

[44] Za općenitiju diskusiju o tom problemu vidi niže.

Metodologija istraživačkih programa — kao i svaka druga teorija naučne racionalnosti — mora biti dopunjena empirijski-vanjskom historijom. Nijedna teorija racionalnosti neće nikada riješiti probleme kao što je to zašto je mendelovska genetika nestala u Sovjetskoj Rusiji pedesetih godina, ili zašto su šezdesetih godina u anglo-saksonskim zemljama došle na loš glas određene škole istraživanja genetskih rasnih razlika ili ekonomije inozemne pomoći. Štoviše, da bismo objasnili različite brzine razvoja različitih istraživačkih programa, može biti potrebno da se pozovemo na vanjsku historiju. Racionalna rekonstrukcija nauke (u onom smislu kako ja upotrebljavam taj izraz) ne može biti sveobuhvatna, jer ljudi nisu *potpuno* racionalna živa bića; a čak i kada postupaju racionalno, oni mogu imati neistinitu teoriju o svojim vlastitim racionalnim postupcima[45].

Ali metodologija istraživačkih programa povlači liniju razgraničenja između unutrašnje i vanjske historije koja se izrazito razlikuje od one koju povlače druge teorije racionalnosti. Na primjer, ono što falsifikacionistu izgleda kao (žalosno česta) pojava iracionalnog ostajanja pri „pobijenoj" ili nekonzistentnoj teoriji i koju on stoga prebacuje u *vanjsku* historiju, može pomoću moje metodologije biti objašnjeno na *unutrašnji* način kao racionalna obrana obećavajućeg istraživačkog programa. Ili, uspješna *pred*viđanja novih činjenica koja sačinjavaju ozbiljno svjedočanstvo za istraživački program i, prema tome, vitalne dijelove unutrašnje historije, irelevantna su i za induktivista i za falsifikacionista[46]. Za induktivista i za falsifikacionista zapravo nije važno da li otkriće neke činjenice prethodi teoriji ili dolazi poslije nje: jedino je njihova logička relacija odlučujuća. „Iracionalni" utjecaj historijske koincidencije što je ispalo da je teorija *anticipirala* činjenično otkriće nema nikakvo unutrašnje značenje. Takve anticipacije čine „ne dokaz nego [puku] propagandu"[47]. Ili, isto tako, uzmite Planckovo nezadovoljstvo s njegovom formulom zračenja iz 1900. koju je smatrao „proizvoljnom". Za falsifikacionista je ta formula bila smjela, opovrgljiva hipoteza a to što se ona Plancku

---

[45] Također vidi niže.

[46] Podsjećam čitaoca da u ovom članku raspravljam samo o naivnom falsifikacionizmu; usp. bilješku 19.

[47] To je Kuhnov komentar Galileovog uspješnog *pred*viđanja Venerinih mijena (Kuhn [1957], str. 224). Poput Milla i Keynesa prije njega, Kuhn ne može razumjeti zašto bi historijski redoslijed teorije i svjedočanstva trebao biti od važnosti i ne može vidjeti značaj činjenice što su kopernikanci *pred*vidjeli Venerine mijene dok su ih tihonovci objasnili samo *post hoc* prilagođavanjima. Zapravo, budući da ne vidi značaj te činjenice, on ni ne smatra za shodno da je pomene.

nije dopadala bilo je neracionalno raspoloženje objašnjivo jedino psihologijom. Međutim, po mom stajalištu, Planckovo se nezadovoljstvo može objasniti na unutrašnji način: to je bila racionalna osuda jedne „*ad hoc*$_3$" teorije[48]. Da spomenem još jedan primjer: za falsifikacionizam neopovrgljiva „metafizika" je vanjski intelektualni utjecaj, a u mom pristupu ona je vitalni dio racionalne rekonstrukcije nauke.

Većina historičara je do sada bila sklona smatrati da je rješenje nekih problema monopol eksternalista. Jedan od njih je problem visoke učestalosti *istovremenih otkrića*. Za taj problem vulgarni marksisti imaju lako rješenje: mnogi ljudi naprave neko otkriće u isto vrijeme čim se javi društvena potreba za njim[49]. Što pak sačinjava „otkriće", a napose veliko otkriće, ovisi o metodologiji. Za induktivista najznačajnija otkrića su činjenična i doista ta se otkrića često prave u isto vrijeme. Za falsifikacionista *veliko* otkriće se sastoji u otkriću teorije a ne činjenice. Jednom kada je teorija otkrivena (ili bolje reći izmišljena), ona postaje javno vlasništvo; i ništa nije očiglednije nego da će nekoliko ljudi istovremeno provjeravati i napraviti, istovremeno, (mala) činjenična otkrića. Također, objavljena teorija je izazov da se smisle neovisno provjerljiva objašnjenja višeg stupnja. Na primjer, kada su date Keplerove elipse i Galileova rudimentarna dinamika, istovremeno „otkriće" zakona obratnog kvadrata nije tako jako začuđujuće: kada je problemska situacija javna, istovremena otkrića se mogu objasniti *čisto unutrašnjim* razlozima[50]. Otkriće novog problema, međutim, ne mora biti tako lako objašnjivo. Ako se na historiju nauke gleda kao da je sastavljena od rivalskih istraživačkih programa, onda se većina istovremenih otkrića, teorijskih ili činjeničnih, objašnjava činjenicom da, budući da su istraživački programi javno vlasništvo, mnogi ljudi rade na njima u različitim dijelovima svijeta, možda i ne znajući jedan za drugoga. Međutim, stvarno *nova, velika* i *revolucionarna* poboljšanja rijetko su izmišljena istovremeno. Neka navodna istovremena otkrića novih programa protumačena su kao da su bila istovremena otkrića tek s iskrivljenim pogledom unatrag: u stvari, to su *različita* otkrića koja su se tek kasnije stopila u jedno[51].

Omiljeno lovište eksternalista bio je srodni problem zašto se *toliko značaja pridaje sporovima o prvenstvu* i *zašto se na*

---

[48] Usp. bilješku 36.

[49] Za izlaganje tog stajališta i zanimljivu kritičku raspravu usp. Polanyi [1951], str. 4 i dalje i str. 78. i dalje.

[50] Usp. Popper [1963*b*], i Musgrave [1969].

[51] To je uvjerljivo ilustrirao Elkana za slučaj takozvanog istovremenog otkrića očuvanja energije; usp. njegov [1971].

njih troši energija. Induktivist, naivni falsifikacionist ili konvencionalist mogu to objasniti jedino *na vanjski način;* ali u svjetlu metodologije istraživačkih programa neki sporovi o prvenstvu su vitalni *unutrašnji* problemi, jer u toj metodologiji *postaje od presudne važnosti za racionalnu ocjenu koji je program bio prvi u anticipiranju neke nove činjenice a koji je tek kasnije uklopio tu sada već staru činjenicu.* Neki sporovi o prvenstvu mogu se objasniti racionalnim interesom a ne naprosto taštinom i žudnjom za slavom. Tada postaje važno to što je tihonovska teorija, na primjer, uspjela objasniti — tek *post hoc* — opažene mijene Venere i udaljenost do nje koje su prvotno precizno anticipirali kopernikanci[52]; ili to što su kartezijanci uspjeli objasniti sve ono što su newtonovci *predvidjeli* — ali tek *post hoc.* Newtonovska optička teorija je *post hoc* objasnila mnoge pojave koje su huyghensovci anticipirali i prvi opazili[53].

Svi ti primjeri pokazuju kako metodologija naučnih istraživačkih programa pretvara u unutrašnje probleme mnoge probleme koji su bili *vanjski* problemi za druge historiografije. Ali ponekad se granična linija pomjera u suprotnom smjeru. Na primjer, možda je postojao eksperiment koji je bio prihvaćen *trenutno* — u nedostatku bolje teorije — kao negativni krucijalni eksperiment. Za falsifikacionista je takvo prihvaćanje dio unutrašnje historije; za mene ono nije racionalno i mora se objasniti pomoću vanjske historije.

Bilješka: Metodologiju istraživačkih programa kritizirali su i Feyerabend i Kuhn. Prema Kuhnu: „[Lakatos] mora specificirati kriterije koji se mogu upotrijebiti *u datom trenutku* da bi se razlikovao degenerirajući od progresivnog istraživačkog programa; i tako dalje.

---

[52] Također usp. bilješku 47.

[53] Za mertonovsku vrstu funkcionalizma — kao što mi je pokazao Alan Musgrave — sporovi oko prvenstva predstavljaju *prima facie* pogrešno funkcioniranje i, prema tome, anomaliju za koju se Merton mučio da dade opće socijalno-psihološko objašnjenje. (Usp., npr., Merton [1957], [1963] i [1969].) Prema Mertonu, „naučna *spoznaja* nije bogatija ili siromašnija zato što daje priznanje tamo gdje je priznanje zasluženo: društvena *institucija* nauke i pojedinačni ljudi nauke bi patili uslijed ponovljenih neuspjeha da se priznanje pravedno raspodijeli" (Merton [1957], str. 648). Ali Merton ide predaleko: u značajnim slučajevima (kao u nekim Galileovim borbama oko prvenstva) nije se radilo samo o institucijskim interesima: problem je bio da li je kopernikanski program progresivan ili ne. (Naravno, nemaju svi sporovi oko prvenstva naučnu relevantnost. Na primjer, spor oko prvenstva između Adamsa i Leverriera o tome tko je prvi otkrio Neptun nije imala takvu relevantnost: tko god da ga je otkrio, to je okriće ojačalo isti (newtonovski) program. U takvim slučajevima Mertonovo vanjsko objašnjenje može sasvim biti ispravno.)

Inače *on nam uopće nije ništa ni rekao.*"[54] U stvari, ja *jesam* specificirao takve kriterije. Ali Kuhn je vjerojatno mislio da „[moja] mjerila imaju praktičnu snagu samo ako su kombinirana s *vremenskom granicom* (ono što izgleda kao degenerirajuća smjena problema može biti početak mnogo dužeg razdoblja napretka)'[55]. Budući da ne specificiram takvu vremensku granicu, Feyerabend zaključuje da su moja mjerila samo „*verbalni ukrasi*"[56]. Nešto slično je ustvrdio Musgrave u pismu koje sadrži neke značajne konstruktivne kritike jedne ranije skice i u kojem je on zahtijevao da specificiram, na primjer, u kojem trenutku dogmatsko pridržavanje nekog programa treba objašnjavati „na vanjski način", a ne „na unutrašnji način".

Pokušat ću objasniti zašto te primjedbe ne pogađaju stvar. Čovjek se može racionalno držati nekog degenerirajućeg programa sve dok ga neki rival ne pretekne, *a čak i nakon toga.* Ono što on *ne* smije činiti jest poricati to da on loše kotira u javnosti. I Feyerabend i Kuhn brkaju *metodološku* ocjenu nekog programa s pouzdanim *heurističkim* savjetom o tome što da se čini[57]. Savršeno je racionalno igrati riskantnu igru: ono što je iracionalno je zavaravati se u pogledu tog rizika.

To ne znači onoliko slobode koliko bi se moglo činiti za one koji se pridržavaju degenerirajućeg programa. Jer oni to mogu činiti uglavnom privatno. Urednici naučnih časopisa bi trebali odbijati da objave njihove članke koji će, općenito, sadržavati ili svečana ponovna tvrđenja njihove pozicije ili apsorbiranje protusvjedočanstva (ili čak i rivalskih programa) pomoću *ad hoc*, jezičkih prilagođavanja. Istraživačke zaklade bi, također, trebale odbijati novac[58].

Ta zapažanja odgovaraju i na Musgraveovu primjedbu time što razdvajaju racionalno i iracionalno (ili pošteno i nepošteno) pridržavanje nekog degenerirajućeg programa. Ona također bacaju novo svjetlo na razgraničenje između unutrašnje i vanjske historije. Ona pokazuju da je unutrašnja historija dovoljna da prikaže historiju neutjelovljene nauke uključujući i degenerirajuće smjene problema. Vanjska historija objašnjava zašto neki ljudi imaju pogrešna uvjerenja o naučnom progresu i kako njihova naučna aktivnost može biti pod utjecajem takvih uvjerenja.

---

[54] Kuhn [1970], str. 239; moj kurziv.

[55] Feyerabend [1970*a*], str. 215.

[56] *Ibid.*

[57] Usp. bilješku 2.

[58] *Ne* tvrdim, naravno, da su takve odluke nužno neprijeporne. U takvim se odlukama mora upotrebljavati i vlastiti *zdravi razum.* Zdravi razum (to jest, prosuđivanje u *posebnim* slučajevima koje se ne provodi po mehaničkim pravilima, nego samo slijedi opće principe koji ostavljaju neki *Spielraum)* igra ulogu u svim vrstama ne-mehaničkih metodologija. Duhemovski konvencionalist treba zdravi razum da odluči kada je neki teorijski okvir postao dovoljno nezgrapan da bude zamijenjen „jednostavnijim". Popperovski falsifikacionist treba zdravi razum da odluči kada treba „prihvatiti" osnovni iskaz ili na koju premisu treba upraviti *modus tollens.* (Usp. moj [1970], str. 106. i dalje.) Ali ni Duhem ni Popper ne daju bianco ček „zdravom razumu". Oni pružaju vrlo određeno vodstvo. Duhemovski sudac upućuje porotu zdravog razuma da se složi oko komparativne jednostavnosti; popperovski sudac upućuje porotu da traga prvenstveno za, i da se suglase u vezi sa, prihvaćenim osnovnim iskazima koji se sukobljavaju s prihvaćenim teorijama. Moj sudac upućuje porotu da se složi oko ocjena progresivnih i

(e) *Unutrašnja i vanjska historija*

Četiri teorije racionalnosti naučnog progresa — ili logike naučnog otkrića — bile su ukratko razmotrene. Pokazano je kako svaka od njih pruža teorijski okvir za racionalnu rekonstrukciju historije nauke.

Tako se unutrašnja historija *induktivista* sastoji od navodnih otkrića čvrstih činjenica i od takozvanih induktivnih generalizacija. Unutrašnja historija *konvencionalista* sastoji se od činjeničnih otkrića, stvaranja sistema pretinaca i njihovog zamjenjivanja navodno jednostavnijima[59]. Unutrašnja historija *falsifikacionista* dramatizira smjela nagađanja, poboljšanja za koja se kaže da *uvijek* povećavaju sadržaj i, iznad svega, trijumfalne „negativne krucijalne eksperimente". *Metodologija istraživačkih programa*, konačno, naglašava dugotrajno teorijsko i empirijsko rivalstvo velikih istraživačkih programa, progresivnih i degenerirajućih smjena problema i sporog pojavljivanja pobjede jednog programa nad drugim.

Svaka racionalna rekonstrukcija proizvodi neku karakterističnu shemu racionalnog rasta naučne spoznaje. Ali sve te *normativne* rekonstrukcije mogu trebati biti dopunjene *empirijskim* vanjskim teorijama da objasne preostale ne-racionalne činioce. Historija nauke je uvijek bogatija od svoje racionalne rekonstrukcije. *Ali racionalna rekonstrukcija ili unutrašnja historija je primarna a vanjska historija tek sekundarna, jer su najvažniji problemi vanjske historije definirani unutrašnjom historijom.* Vanjska historija ili pruža ne-racionalno objašnjenje brzine, mjesta, selektivnosti itd. historijskih događaja *kako su oni interpretirani* pomoću unutrašnje historije: ili, kada se historija razlikuje od svoje racionalne rekonstrukcije, ona pružoa empirijsko objašnjenje zašto se ona razlikuje. Ali *racionalni* aspekt naučnog rasta u potpunosti je objašnjen logikom naučnog otkrića.

Koji god problem historičar nauke želi riješiti, on najprije mora rekonstruirati relevantni dio rasta objektivne naučne spoznaje, to jest, relevantni dio „unutrašnje historije". Kao

---

degenerirajućih istraživačkih programa. Ali, na primjer, mogu postojati suprotna mišljenja o tome da li prihvaćeni osnovni iskaz izražava *novu* činjenicu ili ne. Usp. moj [1970], str. 156.

Premda je važno postići suglasnost u tim sudovima, mora postojati i mogućnost priziva. U takvim prizivima neartikulirani zdravi razum se stavlja u pitanje, artikulira i kritizira. (Kritika se čak može iz kritike tumačenja zakona pretvoriti u kritiku samog zakona.)

[59] Većina konvencionalista imaju i srednju induktivnu razinu „zakona" između činjenica i teorija; usp. bilješku 15.

što je pokazano, ono što za njega sačinjava unutrašnju historiju ovisi o njegovoj filozofiji, bio on toga svjestan ili ne. Većina teorija rasta spoznaje su teorije rasta neutjelovljene spoznaje: da li je eksperiment krucijalan ili ne, da li je hipoteza vrlo vjerojatna u svjetlu raspoloživog svjedočanstva ili ne, da li je smjena problema progresivna ili ne, ne ovisi ni najmanje o uvjerenjima učenjaka, ličnostima ili autoritetu. Ti subjektivni činioci nisu uopće zanimljivi ni za jednu unutrašnju historiju. Na primjer, „unutrašnji historičar" registrira proutovski program s njegovom čvrstom jezgrom (da su atomske težine čistih kemijskih elemenata cijeli brojevi) i njegovom pozitivnom heuristikom (oboriti i zamijeniti suvremene pogrešne opažajne teorije koje se primjenjuju u mjerenju atomskih težina). Taj program je kasnije ostvaren[60]. Unutrašnji historičar će malo vremena gubiti s Proutovim *uvjerenjem* da kada bi „eksperimentalne tehnike" *njegovog vremena* bile „pažljivo" primjenjivane i kada bi eksperimentalna otkrića bila ispravno protumačena, *odmah* bi se vidjelo da su anomalije čisti privid. Unutrašnji historičar će tu historijsku činjenicu smatrati činjenicom u drugom svijetu koja je samo karikatura njezinog duplikata u trećem svijetu[61]. *Zašto* dolazi do takvih karikatura njega se ne tiče; on bi mogao — u fusnoti — predati eksternalistu problem zašto su izvjesni učenjaci imali „pogrešna uvjerenja" o tome što su radili[62].

Tako će u građenju unutrašnje historije historičar biti vrlo selektivan: on će izostaviti sve što je iracionalno u svjetlu nje-

---

[60] Stav „proutovski program je bio ostvaren" izgleda kao „činjenični" stav. Ali nema „činjeničnih" stavova: taj je izraz došao u obični jezik samo iz dogmatskog empirizma. *Naučni „činjenični" stavovi* su prožeti teorijom: teorije koje su uključene su „opažajne teorije". *Historiografski „činjenični" stavovi* su također prožeti teorijom: teorije koje su uključene su metodološke teorije. U odlučivanju o istinosnoj vrijednosti „činjeničnog" stava „proutovski program je bio ostvaren" uključene su dvije metodološke teorije. Prvo, teorija da su jedinice naučne ocjene istraživački programi; drugo, neka *posebna* teorija o tome kako prosuditi da li je neki program „činjenično" bio ostvaren. Za sva ta razmatranja popperovski unutrašnji historičar neće imati potrebu da se uopće zanima za *osobe* koje su uključene ili za njihova uvjerenja o njihovim vlastitim postupcima.

[61] „Prvi svijet" je svijet materije, „drugi" je svijet osjećaja, vjerovanja i svijesti, a „treći" je svijet objektivne spoznaje izražene u stavovima. To je vrlo stara i vitalno značajna trihotomija; njezin vodeći suvremeni zagovornik je Popper. Usp. Popper [1968a], [1968b] i Musgrave [1969] i [1974].

[62] Naravno, ono što u ovom kontekstu sačinjava „pogrešno uvjerenje" (ili „iskrivljenu svijest") ovisi o kritičarevoj teoriji racionalnosti. Ali, nijedna teorija racionalnosti ne može uspjeti da dovede do „prave svijesti".

gove teorije racionalnosti. Ali taj normativni izbor ne sačinjava punu racionalnu rekonstrukciju. Na primjer, Prout nikada nije artikulirao „proutovski program": proutovski program nije Proutov program. *Nije samo („unutrašnji") uspjeh ili („unutrašnji") poraz nekog programa ono što se može prosuđivati samo pomoću pogleda unatrag: to je često slučaj i s njegovim sadržajem.* Unutrašnja historija nije samo *izbor* metodološki protumačenih činjenica: ona može, u određenim prilikama, biti njihova *radikalno poboljšana verzija.* To se može ilustrirati Bohrovim programom. Bohr je 1913. mogao i ne pomišljati na mogućnost spina elektrona. On je imao više nego dosta toga na dohvatu i bez spina. Ipak, historičar koji s pogledom unatrag opisuje bohrovski program trebao bi u njega uključiti spin elektrona, jer se spin elektrona na prirodan način uklapa u prvotni nacrt tog programa. Bohr ga je mogao spomenuti 1913. Zašto Bohr to nije učinio predstavlja zanimljiv problem koji zaslužuje da se na njega ukaže u fusnoti[63]. (Takvi bi problemi zatim mogli biti riješeni ili na unutrašnji način ukazivanjem na racionalne razloge u rastu objektivne, impersonalne spoznaje ili na vanjski način ukazivanjem na psihološke uzroke u razvoju Bohrovih osobnih uvjerenja.)

Jedan način da se ukaže na diskrepancije između historije i njezine racionalne rekonstrukcije je da se unutrašnja historija iznese *u tekstu,* a da se *u fusnotama* ukaže kako je stvarna historija „zastranjivala" u svjetlu svoje racionalne rekonstrukcije[64].

Mnogi historičari će se užasavati ideje *bilo kakve* racionalne rekonstrukcije. Oni će citirati lorda Bolingbrokea: „Historija je filozofija koja poučava primjerom". Reći će da prije

---

[63] Da je objavljivanje Bohrovog programa bilo odloženo nekoliko godina, daljnje bi spekulacije čak mogle dovesti do problema spina bez prethodnog opažanja anomalijskog Zeemanovog efekta. Doista, Compton je postavio taj problem u kontekstu bohrovskog programa u svom [1919].

[64] Prvi put sam primijenio taj način izlaganja u mom [1963—1964]; ponovno sam ga upotrijebio dajući detaljni prikaz proutovskog i bohrovskog programa; usp. moj [1970], str. 138. 140, 146. Neki historičari su tu praksu kritizirali na konferenciji u Minneapolisu. McMullin je, na primjer, tvrdio da takva prezentacija može osvijetliti *metodologiju,* ali sigurno ne stvarnu *historiju:* tekst kaže čitaocu što se trebalo dogoditi, a bilješke ono što se stvarno dogodilo (usp. McMullin [1970]). Kuhnova kritika mog izlaganja išla je u istom pravcu: on je smatrao da je to specifično *filozofsko* izlaganje: „*historičar* ne bi uključio *u svoje pripovijedanje* činjenični izvještaj za koji zna da je neistinit. Kada bi to učinio, taj prijestup bi ga toliko mučio da nikako ne bi mogao sastaviti bilješku u kojoj na njega skreće pažnju." (Usp. Kuhn [1970], str. 256.)

filozofiranja „trebamo mnogo više primjera“[65]. Ali takva induktivistička teorija historiografije je utopijska[66]. *Historija bez neke teorijske „predrasude“ je nemoguća*[67]. Neki historičari tragaju za otkrićem čvrstih činjenica, induktivnih generalizacija, drugi za smjelim teorijama i krucijalnim negativnim eksperimentima, a treći opet za velikim simplifikacijama ili za progresivnim i degenerirajućim smjenama problema; svi oni imaju *neku* teorijsku „predrasudu“. Ta predrasuda, naravno, može biti prikrivena eklektičkom varijacijom teorija ili teorijskom zbrkom: ali ni eklekticizam ni zbrka ne čine neteorijski pogled. Ono što historičar smatra vanjskim problemom često je odličan ključ za otkrivanje njegove implicitne metodologije: neki će pitati zašto je „čvrsta činjenica“ ili „smjela teorija“ bila otkrivena točno onda i ondje gdje je bila otkrivena; drugi će pitati kako je neka „degenerirajuća smjena problema“ mogla imati široku javnu podršku kroz nevjerojatno dugo razdoblje ili zašto je neka „progresivna smjena problema“ ostala „nerazumno“ nepriznata[68]. Dugi su tekstovi bili posvećivani problemu da li je pojavljivanje nauke čisto evropska stvar i, ako jest, zašto; ali takvo istraživanje je osuđeno da ostane zbrkani verbalizam sve dok se jasno ne definira „nauka“ u skladu s nekom normativnom filozofijom nauke. Jedan od najzanimljivijih problema vanjske historije je specificiranje psiholoških i svakako društvenih uvjeta koji su nužni (ali, naravno, nikada dovoljni) da omoguće naučni progres; ali u samu formulaciju tog „vanjskog“ problema mora ući *neka* metodološka teorija, *neka* definicija nauke. Historija *nauke* je historija događaja koji su odabrani i protumačeni na

[65] Usp. L. P. Williams [1970].

[66] Možda bih trebao naglasiti razliku između, s jedne strane, *induktivističke historiografije nauke* prema kojoj *nauka* napreduje kroz otkrivanje čvrstih činjenica (u prirodi) i (po mogućnosti) induktivnih generalizacija i, s druge strane, *induktivističke teorije historiografije nauke* prema kojoj *historiografija nauke* napreduje kroz otkrivanje čvrstih činjenica (u historiji nauke) i (po mogućnosti) induktivnih generalizacija. „Smjela nagađanja“, „krucijalni negativni eksperimenti“, a čak i „progresivni i degenerirajući istraživački programi“ mogu od nekih induktivističkih historiografa biti smatrani „čvrstim historijskim činjenicama“. Jedna od slabosti Agassijevog [1963] je u tome što je propustio istaknuti razliku između naučnog i historiografskog induktivizma.

[67] Usp. Popper [1957*b*], odjeljak 31.

[68] Ta teza implicira da je bezvrijedan rad onih „eksternalista“ (većinom pomodnih „sociologa nauke“) koji tvrde da se bave socijalnom historijom neke naučne discipline, a da nisu ovladali samom tom disciplinom i njezinom unutrašnjom historijom. Također usp. Musgrave [1974].

normativan način[69]. Ako je tako, do sada zanemareni problem ocjenjivanja rivalskih logika naučnog otkrića i, dakle, rivalskih rekonstrukcija historije, dobiva najveći značaj. Sada ću se okrenuti tom problemu.

2. KRITIČKA USPOREDBA METODOLOGIJA: HISTORIJA KAO PROVJERA NJEZINE RACIONALNE REKONSTRUKCIJE

Teorije naučne racionalnosti se mogu klasificirati u dvije kategorije.

(1) *Opravdavalačke metodologije* postavljaju vrlo visoka epistemološka mjerila: za klasične opravdavaoce neki stav je „naučan“ samo ako je *dokazan*, za neo-opravdavaoce ako je *vjerojatan* (u smislu računa vjerojatnosti) ili *potkrepljen* (u smislu Popperove treće bilješke o potkrepljenosti) do nekog dokazanog stupnja[70]. Neki su filozofi nauke napustili ideju da se teorije dokazuju ili (dokažljivo) čine vjerojatnima, ali su ostali dogmatski empiristi: bilo induktivisti, probabilisti, konvencionalisti ili falsifikacionisti, oni se još uvijek drže dokažljivosti „činjeničnih“ stavova. Tokom vremena su se, naravno, svi ti različiti oblici opravdavalaštva srušili pod težinom *epistemološke i logičke kritike.*

(2) Jedine alternative koje su nam ostale su *pragmatičko-konvencionalističke metodologije* okrunjene nekim globalnim principom indukcije. Konvencionalističke metodologije najprije postavljaju pravila „prihvaćanja“ i „odbacivanja“ činjeničnih i teorijskih stavova — a da još ne postavljaju pravila o doka-

---

[69] Na nesreću, postoji samo jedna jedina riječ u većini jezika da označi historiju$_1$ (skup historijskih događaja) i historiju$_2$ (skup historijskih stavova). Svaka historija$_2$ je rekonstrukcija historije$_1$ prožeta teorijom i vrijednostima.

[70] To jest, hipoteza *h* je naučna samo ako postoji broj *q* takav da $p(h, e)=q$ gdje je *e* raspoloživo svjedočanstvo i $p(h, e)=q$ se može *dokazati*. Irelevantno je da li je *p* carnapovska funkcija potvrđivanja ili popperovska funkcija potkrepljenosti sve dok se pretpostavlja da je $p(h, e)=q$ dokazano. (Popperova treća bilješka o potkrepljenosti je, naravno, samo čudna omaška koja je u neskladu s njegovom filozofijom: usp. moj [1968*a*], str. 411—417.)

Probabilizam nije nikada stvorio program historiografske rekonstrukcije; on nikada nije uspio izaći nakraj u bezuspješnom hrvanju upravo s onim problemom koji je stvorio. Kao epistemološki program on već dugo degenerira; kao historiografski program on se nikada nije ni pokrenuo.

zivanju i pobijanju, o istinitosti i neistinitosti. Tada dobivamo *različite sisteme pravila naučne igre*. Induktivistička igra bi se sastojala iz sakupljanja „prihvatljivih" (ne dokazanih) podataka i izvođenja iz njih „prihvatljivih" (ne dokazanih) induktivnih generalizacija. Konvencionalistička igra bi se sastojala iz sakupljanja „prihvatljivih" podataka i njihovog sređivanja u najjednostavnije moguće sisteme pretinaca (ili iz izmišljanja najjednostavnijih sistema pretinaca i njihovog popunjavanja prihvatljivim podacima). Popper je, pak, jednu drugu igru označio kao „naučnu"[71]. Čak i metodologije koje su bile epistemološki i logički diskreditirane mogu nastaviti funkcionirati u tim uškopljenim verzijama kao vodiči za racionalnu rekonstrukciju historije. Ali te su *naučne igre* bez neke prave epistemološke relevantnosti *ukoliko* im ne pridodamo neku vrstu metafizičkog (ili, ako hoćete, „induktivnog") principa koji će reći da nam igra, kako je metodologija opisuje, pruža najbolje izglede da se približimo Istini. Takav princip tada pretvara čiste konvencije igre u pogrešiva nagađanja; a bez takvog principa naučna igra je kao bilo koja druga igra[72].

Vrlo je teško kritizirati konvencionalističke metodologije poput Duhemove i Popperove. Nema nekog jasnog načina kako kritizirati bilo igru bilo metafizički princip indukcije. Da bih prevladao te teškoće, predložit ću novu teoriju o tome kako ocjenjivati takve metodologije nauke (one koje su — bar u prvom stadiju, prije uvođenja induktivnog principa — konvencionalističke). Pokazat ću da se metodologije mogu kritizirati bez ikakvog izravnog pozivanja na neku epistemološku (ili čak logičku) teoriju i bez izravnog upotrebljavanja bilo kakve logičko-epistemološke kritike. Osnovna ideja te kritike je da *sve metodologije funkcioniraju kao historiografske (ili meta-historijske) teorije (ili istraživački programi) i da se mogu kritizirati kritikom racionalnih historijskih rekonstrukcija do kojih dovode.*

Pokušat ću razviti tu historiografsku metodu kritike na dijalektički način. Počinjem s posebnim slučajem: najprije „pobijam" falsifikacionizam „primjenjujući" falsifikacionizam (na normativnoj historiografskoj meta-razini) na samog sebe. Tada ću primijeniti falsifikacionizam i na induktivizam i na

---

[71] Popper [1935], odjeljci 11 i 85. Također usp. komentar u mom [1974], bilješka 13.

I metodologija istraživačkih programa je prvotno definirana kao igra.

[72] Čitavo to područje problema je predmet mog [1968a], str. 390. i dalje, a posebno mog [1974].

konvencionalizam *i branit ću tezu da sve metodologije moraju* završiti kao „opovrgnute" pomoću te pironovske *machine de guerre*. Na kraju ću „primijeniti" ne falsifikacionizam nego metodologiju naučnih istraživačkih programa (ponovno na normativno-historiografskoj meta-razini) na induktivizam, konvencionalizam, falsifikacionizam i na samu sebe te ću pokazati da se — po tom meta-kriteriju — metodologije mogu konstruktivno *kritizirati i uspoređivati*. *Ta normativno-historiografska* verzija metodologije naučnih istraživačkih programa pribavlja opću teoriju o tome kako uspoređivati rivalske logike otkrića u kojoj se (u smislu koji će pažljivo biti opisan) *historija može tumačiti kao „provjera" njezinih racionalnih rekonstrukcija.*

(a) *Falsifikacionizam kao meta-kriterij: historija ,opovrgava' falsifikacionizam (i bilo koju drugu metodologiju)*

U svojim čisto „metodološkim" verzijama naučne ocjene su, kao što je već rečeno, *konvencije* i uvijek mogu biti formulirane kao definicija nauke[73]. Kako se može kritizirati takva definicija? Ako se ona protumači nominalistički[74], definicija je puka kratica, terminološka sugestija, tautologija. Kako se može kritizirati tautologija? Popper, na primjer, tvrdi da je njegova definicija nauke „plodna", jer se „mnogo stvari može rasvijetliti i objasniti uz njezinu pomoć". On citira Mengera: „Definicije su dogme; samo konkluzije izvučene iz njih mogu nam donijeti neki novi uvid"[75]. Ali kako definicija može imati objašnjavalačku moć ili donijeti nove uvide? Popperov je odgovor slijedeći: „Jedino iz konzekvenci moje definicije empirijske nauke i iz metodoloških odluka koje ovise o toj definiciji moći će učenjak vidjeti koliko ona odgovara njegovoj intuitivnoj ideji o cilju njegovih nastojanja"[76].

Taj je dogovor u skladu s Popperovim općim stajalištem da se konvencije mogu kritizirati raspravljanjem o njihovoj „prikladnosti" u odnosu na neki cilj: „U vezi s prikladnošću bilo koje konvencije mišljenja se mogu razlikovati; a razumna rasprava o tim pitanjima moguća je jedino između strana koje

[73] Usp. Popper [1935], odjeljci 4 i 11. Popperova definicija nauke je, naravno, njegov slavni „kriterij razgraničenja".

[74] Za odličnu diskusiju o razlici između nominalizma i realizma (ili, kako Popper više voli da ga nazove, „esencijalizma") u teoriji definicija usp. Popper [1945], vol. 2, poglavlje 11 i [1963*a*], str. 20.

[75] Popper [1935], odjeljak 11.

[76] *Ibid.*

imaju neki zajednički cilj. Izbor tog cilja... nadilazi racionalnu raspravu"[77]. U stvari, Popper nikada nije pružio teoriju racionalne kritike konzistentnih konvencija. On nije postavio a kamoli odgovorio na pitanje: *„Pod kojim biste se uvjetima odrekli svog kriterija razgraničenja?"*[78].

Ali na to se pitanje može odgovoriti. Ja svoj odgovor dajem u dva stadija: najprije iznosim naivan, a zatim suptilniji odgovor. Počinjem tako što ću podsjetiti kako je Popper, po svom vlastitom kazivanju[79], došao do svog kriterija. On je smatrao, poput najboljih učenjaka njegovog vremena, da je Newtonova teorija, premda pobijena, divno naučno postignuće; da je Einsteinova teorija još bolja; a da su astrologija, freudizam i marksizam dvadesetog stoljeća pseudonaučni. Njegov je problem bio naći definiciju nauke koja dopušta te *„bazične sudove"* u vezi s pojedinačnim teorijama i ponudio je novo rješenje. Razmotrimo sada prijedlog da *neku teoriju racionalnosti — ili kriterij razgraničenja — treba odbaciti ako nije u skladu s prihvaćenim „bazičnim vrijednosnim sudom" naučne elite.* Doista, izgledalo bi da to meta-metodološko pravilo *(meta-falsifikacionizam)* odgovara Popperovom metodološkom pravilu (falsifikacionizmu) da naučnu teoriju treba odbaciti ako nije u skladu s („empirijskim") bazičnim iskazom koji naučna zajednica jednodušno prihvaća. Popperova čitava metodologija počiva na tvrdnji da postoje (relativno) singularni iskazi u vezi s čijom istinosnom vrijednošću učenjaci mogu doći do jednodušnog slaganja; bez takvog slaganja postojao bi novi Babilon i „uzvišena zgrada nauke bi ubrzo ležala u ruševinama"[80]. Ali čak i kada bi postojalo slaganje u vezi s „bazičnim" iskazima, ukoliko ne bi postojalo slaganje o tome kako ocjenjivati naučno postignuće u odnosu na tu „empirijsku osnovu", ne bi li uzvišena zgrada nauke isto tako ubrzo ležala u ruševinama? Nema sumnje da bi. Dok je bilo malo slaganja

[77] Poper [1935], odjeljak 4. Ali Popper u svojoj *Logik der Forschung* nikada ne određuje cilj naučne igre koji bi nadilazio ono što je sadržano u njezinim pravilima. Teza da je *cilj* nauke *istina* pojavljuje se u njegovim spisima samo nakon [1957]. Sve što on kaže u svojoj *Logik der Forschung* jest da traganje za istinom može biti psihološki *motiv* učenjaka. Za detaljnu raspravu usp. moj [1974].

[78] Taj je propust tim ozbiljniji što je sam Popper izrazio ograde u vezi sa svojim kriterijem. Na primjer, u svom [1963*a*] on opisuje „dogmatizam", to jest tretiranje anomalija kao neke vrste „pozadinskog šuma", kao nešto što je „u izvjesnoj mjeri nužno" (str. 49). Ali na slijedećoj stranici on taj „dogmatizam" izjednačava s „pseudonaukom". Je li onda pseudonauka „u izvjesnoj mjeri nužna"? Također usp. moj [1970], str. 177, bilješka 3.

[79] Usp. Popper [1963*a*], str. 33—37.

[80] Popper [1935], odjeljak 29.

u vezi s *univerzalnim* kriterijem naučnog karaktera teorija, posljednj dva stoljeća je postojalo znatno slaganje u vezi s *pojedinačnim* postignućima. Dok nije bilo *općeg* slaganja u vezi s teorijom naučne racionalnosti, postojalo je znatno slaganje u vezi s time da li je neki posebni pojedinačni korak u igri naučan ili pseudonaučan, ili da li je određeni gambit odigran pravilno ili ne. Opća definicija nauke mora, dakle, rekonstruirati *kao „naučne"* one gambite koji se smatraju najboljima: ako u tome ne uspije, treba je odbaciti[81].

Predložimo onda radi probe slijedeće: *ako kriterij razgraničenja nije u skladu s „bazičnim" ocjenama naučne elite, treba ga odbaciti.*

Ako sada primijenimo taj kvazi-empirijski meta-kriterij (koji će kasnije odbaciti), Popperov kriterij razgraničenja — to jest, Popperova pravila naučne igre — treba odbaciti[82].

Popperovo je osnovno pravilo da učenjak mora unaprijed navesti pod kojim će eksperimentalnim uvjetima odustati čak i od svojih najosnovnijih pretpostavki. Na primjer, prilikom kritiziranja psihoanalize on piše: *„Kriteriji pobijanja* moraju se postaviti unaprijed: mora postojati suglasnost koje opažljive situacije, ukoliko se doista opaze, znače da je teorija pobijena. Ali kakve bi kliničke reakcije analitičari prihvatili kao pobijanje *ne samo neke posebne analitičke dijagnoze nego same psihoanalize?* I jesu li analitičari ikada raspravljali o takvim

---

[81] Taj pristup, naravno, ne implicira da vjerujemo da su „osnovni stavovi" učenjaka nepogrešivo racionalni; to samo znači da ih mi *prihvaćamo* da bismo kritizirali univerzalne definicije nauke. (Kada bismo dodali da nijedna takva *univerzalna* definicija nije pronađena i da se nijedna takva *univerzalna* definicija nikada neće pronaći, sve bi bilo spremno za nastupanje Polanyieve koncepcije bezakonite zatvorene autokracije nauke.)

Moj meta-kriterij se može smatrati „kvazi-empirijskom" primjenom popperovskog falsifikacionizma na samog sebe. Tu „kvazi-empiričnost" sam ranije uveo u kontekstu matematičke filozofije. Možemo apstrahirati od onog *što* teče u logičkim kanalima deduktivnog sistema da li je to nešto izvjesno ili nešto pogrešivo, da li su to istinitost i neistinitost ili vjerojatnost i nevjerojatnost, ili čak moralna ili naučna poželjnost i nepoželjnost: ono *kako* tog toka je ono što odlučuje da li je sistem negativistički, „kvazi-empirijski", kojim dominira *modus tollens* ili je on opravdavalački, „kvazi-euklidski" kojim dominira *modus ponens*. (Usp. moj [1967].) Taj „kvazi-empirijski" pristup može se primijeniti na *bilo koju* vrstu normativne spoznaje: Watkins ga je već primijenio na etiku u svom [1963] i [1967]. Ali ja sada preferiram drugi pristup: usp. bilješku 123.

[82] Može se uočiti da taj meta-kriterij ne mora biti protumačen *kao psihološki ili „naturalistički" u Popperovom smislu. (Usp. njegov* [1935], odjeljak 10.) Definicija „naučne elite" nije naprosto empirijska stvar.

kriterijima ili postigli suglasnost o njima?"[83] U slučaju psihoanalize Popper je bio u pravu: nikakav odgovor nije bio ponuđen. Freudovci su bili dovedeni u nepriliku Popperovim osnovnim prigovorom koji se ticao naučnog poštenja. Doista, oni su odbili da navedu eksperimentalne uvjete pod kojima bi se odrekli svojih osnovnih pretpostavki. Za Poppera je to bio znak njihovog intelektualnog nepoštenja. Ali što ako Popperovo pitanje postavimo newtonovskom učenjaku: „Kakvo bi opažanje newtonovac prihvatio kao pobijanje ne samo nekog posebnog newtonovskog objašnjenja nego same newtonovske dinamike i teorije gravitacije? I jesu li newtonovci ikada raspravljali o takvim kriterijima ili postigli suglasnost o njima?" Newtonovac će, avaj, teško biti u stanju da dade pozitivan odgovor[84]. Ali onda ako analitičare treba osuditi kao nepoštene po Popperovim mjerilima, newtonovce se također mora osuditi. Newtonovsku nauku, međutim, usprkos takvom „dogmatizmu" visoko cijene najveći učenjaci, a i sam Popper. Newtonovski „dogmatizam" je, dakle, „opovrgavanje" Popperove definicije: on se opire Popperovoj racionalnoj rekonstrukciji.

Popper zacijelo može povući svoj proslavljeni izazov i zahtijevati opovrgljivost — i odbacivanje nakon opovrgavanja — samo za sisteme teorija, uključujući početne uvjete i sve vrste pomoćnih i opažajnih teorija[85]. To je znatno povlačenje, jer ono dopušta dosjetljivom učenjaku da spasi svoju omiljenu teoriju odgovarajućim sretnim izmjenama u nekom zabačenom, mračnom kutu na periferiji njegovog teorijskog labirinta. Ali čak će i Popperovo ublaženo pravilo prikazati čak većinu sjajnih učenjaka kao iracionalne dogmatičare. Jer u velikim istraživačkim programima uvijek postoje anomalije za koje se zna: obično ih istraživač ostavlja po strani i slijedi pozitivnu heuristiku programa[86]. Općenito on usmjerava pažnju na pozitivnu heuristiku a ne na zbunjujuće anomalije i nada se da će se „slučajevi koji se opiru" pretvoriti u potvrđujuće slučajeve s napredovanjem programa. Po Popperu su najveći učenjaci u tim situacijama upotrebljavali zabranjene gambite, *ad hoc* lukavstva: umjesto da Merkurov anomalijski perihelij smatraju opovrgavanjem newtonovske teorije našeg planetnog sistema

---

[83] Popper [1936*a*], str. 38, bilješka 3; moj kurziv. To je, naravno, ekvivalentno njegovom slavnom „kriteriju razgraničenja" između [unutrašnje, racionalno rekonstruirane] nauke i ne-nauke (ili „metafizike"). Ova druga može biti [vanjski] „utjecajna" i treba biti žigosana kao pseudonauka samo ako sebe proglašava naukom.

[84] Usp. moj [1970], str. 100—101.

[85] Usp., npr., njegov [1935], odjeljak 18.

[86] Usp. moj [1970], posebno str. 135. i dalje.

i tako razlogom za njezino odbacivanje, većina fizičara ga je odložila kao problematičan slučaj koji će biti riješen u nekom kasnijem stadiju — ili su ponudili *ad hoc* rješenja. Taj metodološki stav da se tretiraju kao (puke) *anomalije* ono što bi Popper smatrao (dramatičnim) protuprimjerima obično prihvaćaju najveći učenjaci. Neki od istraživačkih programa koji su danas na visokoj cijeni u naučnoj zajednici napredovali su u oceanu anomalija[87]. To što u svom izboru problema najveći učenjaci „nekritički" prelaze preko anomalija (i to što ih izoliraju pomoću *ad hoc* lukavstava) donosi, bar po našem meta-kriteriju, daljnje opovrgavanje Popperove metodologije. On ne može protumačiti kao racionalne neke najznačajnije primjere u rastu nauke.

Nadalje, po Popperu se rad na *nekonzistentnom sistemu* redovito mora smatrati iracionalnim: „proturječni sistem se mora odbaciti... [jer] je neinformativan... Nijedan iskaz nije izdvojen... jer su svi izvodivi"[88]. Ali neki od najvećih naučnih istraživačkih programa napredovali su na nekonzistentnim temeljima[89]. U takvim slučajevima je doista često pravilo najboljih učenjaka: *„Allez en avant et la foi vous viendra"*. Ta anti-popperovska metodologija omogućila je predah i infinitezimalnom računu i naivnoj teoriji skupova kada su ih mučili logički paradoksi.

U stvari, da se naučna igra igrala po Popperovim pravilima, Bohrov članak iz 1913. nikada ne bi bio objavljen, jer je nekonzistentno bio nakalemljen na Maxwellovu teoriju, a Diracove delta funkcije bi morale sačekati Schwartza. Svi ti primjeri istraživanja zasnovanih na nekonzistentnim temeljima sačinjavaju daljnja „opovrgavanja" falsifikacionističke metodologije[90].

Tako nekoliko „bazičnih" ocjena naučne elite „opovrgava" Popperovu definiciju nauke i naučnu etiku. Tada nastaje problem u kojoj mjeri, s obzirom na ta razmatranja, falsifikacionizam može funkcionirati kao vodič za historičara nauke. Jednostavan je odgovor: u vrlo maloj mjeri. Popper, vodeći falsifikacionist, nikada nije napisao historiju nauke; možda zato

[87] *Ibid.* str. 138. i dalje.

[88] Usp. Popper [1935], odjeljak 24.

[89] Usp. moj [1970], posebno str. 140. i dalje.

[90] Popper općenito tvrdoglavo precjenjuje neposrednu udarnu snagu čisto negativne kritike. „Jednom kada se ustanovi greška ili proturječnost, ne može biti verbalnog izmicanja: one se mogu dokazati i to je to" (Popper [1959], str. 394). On dodaje: „Frege nije pokušavao manevre za izmicanje kada je primio Russellovu kritiku". Ali on je to, naravno, učinio. (Usp. Fregeov *Post scriptum* drugom izdanju njegovih *Grundgesetze*.)

što je bio previše osjetljiv na prosuđivanje velikih učenjaka da bi iskrivio historiju na falsifikacionistički način. Treba se podsjetiti da dok u svojim autobiografskim sjećanjima on spominje newtonovsku nauku kao paradigmu naučnosti, to jest, opovrgljivosti, u njegovoj klasičnoj *Logik der Forschung* nigdje se ne raspravlja o opovrgljivosti Newtonove teorije. *Logik der Forschung* je u cjelini suho apstraktna i vrlo ahistorična[91]. Tamo gdje se Popper povremeno odvažava da govori o opovrgljivosti glavnih naučnih teorija, on ili upada u neku grubu logičku pogrešku[92] ili iskrivljava historiju tako da bude u skladu s njegovom teorijom racionalnosti. Ako historičareva metodologija pruža lošu racionalnu rekonstrukciju, on može ili krivo čitati historiju tako da se ona podudara s njegovom racionalnom rekonstrukcijom ili će utvrditi da je historija nauke vrlo iracionalna. Popperovo poštovanje za veliku nauku navelo ga je da izabere prvu alternativu, dok je Feyerabend koji nije imao to poštovanje izabrao onu drugu[93]. Tako Popper, kada se upušta u historiju, teži da anomalije pretvori u „krucijalne eksperimente" i da preuveliča njihov neposredni utjecaj na historiju nauke. Kroz njegove naočale, veliki učenjaci spremno prihvaćaju pobijanja i to je glavni izvor njihovih problema. Na primjer, na jednom mjestu on tvrdi da je eksperiment Michelsona i Morleya konačno oborio klasičnu teoriju etera; on također preuveličava ulogu tog eksperimenta u nastajanju Einsteinove teorije relativnosti[94]. Potrebne su pojednostavlju-

[91] Zanimljivo je, kao što Kuhn ukazuje, da „stalni interes za historijske probleme i spremnost da se poduhvate originalnog historijskog istraživanja razlikuju ljude koji su se školovali kod Poppera od bilo koje druge postojeće škole u filozofiji nauke" (Kuhn [1970], str. 236). Za nagovještaj mogućeg objašnjenja očigledne diskrepancije usp. bilješku 130.

[92] Na primjer, on tvrdi da bi *perpetum mobile* stroj „pobio" (po njegovoj metodologiji) prvi zakon termodinamike ([1935], odjeljak 15). Ali kako se iskaz „*K je perpetuum mobile* stroj" može, po Popperovom vlastitom gledištu, protumačiti kao „bazični", to jest kao prostorno-*vremenski* singularni iskaz?

[93] Mislim na Feyerabendov [1970*b*] i [1971].

[94] Usp. Popper [1935], odjeljak 30 i Popper [1945], vol. 2, str. 220—221. On je istakao da je Einsteinov problem bio kako objasniti eksperimente koji su „pobijali" klasičnu fiziku i da on „nije... krenuo na kritiku naših pojmova prostora i vremena". Ali Einstein je svakako to činio. Njegova machovska kritika naših pojmova prostora i vremena, a napose njegova operacionalistička kritika kojma istovremenosti igrale su značajnu ulogu u njegovom mišljenju.

Nadugačko sam raspravljao o ulozi eksperimenata Michelsona i Morleya u mom [1970].

Popperovo poznavanje fizike ne bi mu, naravno, nikada dopustilo da iskrivi historiju teorije relativnosti onoliko kao Beveridge koji je želio nagovoriti ekonomiste na empirijski pristup stavljajući im Ein-

juće naočale naivnog falsifikacionista da bi se, zajedno s Popperom, Lavoisierove klasične eksperimente vidjelo kao da pobijaju (ili kao da „teže da pobiju") teoriju flogistona; ili da bi se vidjelo kao da je teorija Bohra, Kramersa i Slatera pobijeđena jednim jedinim udarcem od Comptona; ili da bi se vidjelo kao da je princip pariteta „odbačen" na osnovu „protuprimjera"[95].

Osim toga, ako Popper želi rekonstruirati privremeno prihvaćanje teorija kao racionalno po *njegovom* stajalištu, on mora zanemariti historijsku činjenicu da je većina značajnih teorija rođena pobijena i da se neki zakoni dalje objašnjavaju, a ne odbacuju, usprkos protuprimjerima za koje se zna. On teži da zažmiri na sve anomalije za koje se znalo prije one koja je kasnije ustoličena kao „krucijalno protusvjedočanstvo". Na primjer, on pogrešno misli da „ni Galileove ni Keplerove teorije nisu bile pobijene prije Newtona"[96]. Kontekst je indikativan. Popper drži da je najznačajniji obrazac naučnog progresa kada neki krucijalni eksperiment ostavlja jednu teoriju *nepobijenu* dok pobija onu rivalsku. Ali zapravo u većini slučajeva, ako ne u svima, gdje postoje dvije rivalske teorije za obje se istovremeno zna da su zaražene anomalijama. U takvim situacijama Popper podliježe iskušenju da pojednostavi situaciju tako da njegova metodologija bude primjenljiva[97].

---

steina za primjer. Prema Beveridgovoj falsifikacionističkoj rekonstrukciji, Einstein je „počeo [u svom radu o gravitaciji] od činjenica [koje su pobile Newtonovu teoriju, to jest], od kretanja planeta Merkura i od neobjašnjenih Mjesečevih skretanja" (Beveridge [1937]). Naravno Einsteinov rad o gravitaciji je izrastao iz „kreativne smjene" u pozitivnoj heuristici njegovog programa specijalne relativnosti, a svakako ne iz razmišljanja o Merkurovom anomalijskom periheliju ili o Mjesečevim zastranjujućim i neobjašnjenim skretanjima.

[95] Popper [1963*a*], str. 220, 239, 242—243. i [1963*b*], str. 965. Popper, naravno, ostaje s problemom zašto se „protuprimjeri" (to jest, anomalije) ne shvate odmah kao uzroci za odbacivanje. Na primjer, on ukazuje na to da je u slučaju sloma pariteta „bilo mnogo opažanja — to jest fotografija tragova čestica — iz kojih smo mogli očitati rezultat, ali su ta opažanja bila ili zanemarena ili krivo protumačena" ([1963*b*], str. 965). Popperovo — vanjsko — objašnjenje izgleda da je u tome što učenjaci još nisu naučili da budu dovoljno kritični i revolucionarni. Ali nije li bolje — i unutrašnje — objašnjenje da su anomalije *morale* biti zanemarivane dok nije bila predložena neka progresivna teorija koja je protuprimjere pretvorila u primjere?

[96] *Op. cit.*, str. 246.

[97] Kao što sam spomenuo, jedan popperovac, Agassi, napisao je knjigu o historiografiji nauke (Agassi [1963]). Ta knjiga ima neke oštre kritičke odjeljke u kojima se šiba induktivistička historiografija, ali on završava time što induktivističku mitologiju zamjenjuje falsifikacionističkom mitologijom. Za Agassija *samo* one činjenice imaju naučno (unutrašnje) značenje koje se mogu izraziti stavovima što se sukob-

Falsifikacionistička historiografija je, dakle, *„opovrgnuta"*. Ali ako istu meta-falsifikacionističku metodu primijenimo na induktivističku i konvencionalističku historiografiju, i njih ćemo „opovrgnuti".

Najbolje logičko-epistemološko obaranje induktivizma je, naravno, ono Popperovo; ali ako čak pretpostavimo da je induktivizam filozofski (to jest, epistemološki i logički) valjan, Duhemova historiografska kritika ga opovrgava. Duhem je uzeo najslavnije *„uspjehe" induktivističke historiografije:* Newtonov zakon gravitacije i Ampèreovu elektromagnetsku teoriju. Za njih je bilo kazano da su dvije najpobjedonosnije primjene induktivne metode. Ali Duhem je pokazao (a za njim Popper i Agassi) da oni to nisu bili. Njihove analize ilustriraju kako induktivist, ako želi pokazati da je rast stvarne nauke racionalan, mora iskriviti stvarnu historiju dotle da se ona više *ne može prepoznati*[98]. *Prema tome, ako je racionalnost nauke* induktivna, stvarna nauka nije racionalna; ako je pak racionalna, onda nije induktivna[99].

Konvencionalizam — koji za razliku od induktivizma nije laka meta logičke i epistemološke kritike[100] — može također biti historiografski opovrgnut. Može se pokazati da ključ naučnih revolucija nije u zamjenjivanju nezgrapnih sistema jednostavnijima.

Kopernikanska revolucija općenito se uzimala za *paradigmu konvencionalističke historiografije* i još se uvijek smatra takvom u mnogim krugovima. Na primjer, Polanyi nam kaže da je Kopernikova „jednostavnija slika" imala „izrazitu ljepotu" i da je „[s pravom] bila vrlo uvjerljiva"[101]. Ali moderno proučavanje primarnih izvora, posebno od strane

---

ljavaju s nekom postojećom teorijom: samo njihovo otkrivanje zaslužuje počasni naziv „činjenično otkriće"; činjenični stavovi koji *slijede iz* poznatih teorija a *ne sukobljavaju se s njima* jesu irelevantni; isto važi i za činjenične stavove koji su *o njima neovisni*. Ako je neko cijenjeno činjenično otkriće poznato u historiji nauke kao potvrđujući slučaj ili kao slučajno otkriće, Agassi smjelo predviđa da će se nakon *bližeg* ispitivanja pokazati da su to opovrgavajući slučajevi, i on nudi analizu pet slučajeva da bi podupro svoju tvrdnju (str. 60—74). Avaj, nakon *bližeg* ispitivanja pokazuje se da je Agassi krivo razumio svih pet primjera koje je naveo kao potvrđujuće slučajeve svoje historiografske teorije. U stvari, svih pet primjera (u našem normativnom meta-falsifikacionističkom smislu) „opovrgavaju" njegovu historiografiju.

[98] Usp. Duhem [1906], Popper [1948] i [1957*a*], Agassi [1963].

[99] Naravno, induktivist može imati odvažnosti da tvrdi da prava nauka još nije počela i može napisati historiju postojeće nauke kao historiju predrasude, praznovjerja i pogrešnog vjerovanja.

[100] Usp. Popper [1935], odjeljak 19.

[101] Usp. Polanyi [1951], str. 70.

Kuhna[102], razbilo je taj mit i pružilo jasno historiografsko pobijanje konvencionalističkog prikaza. Danas se ljudi slažu da je kopernikanski sistem bio „bar onoliko složen koliko i ptolomejski“[103]. Ali ako je tako, onda, ukoliko je prihvaćanje kopernikanske teorije bilo racionalno, to nije bilo zbog njezine najveće objektivne jednostavnosti[104].

Tako se induktivizam, falsifikacionizam i konvencionalizam mogu opovrgnuti kao racionalne rekonstrukcije historije pomoću onakve historiografske kritike kakvu sam naveo[105]. Historiografsko opovrgavanje induktivizma je, kao što smo vidjeli, započeo već Duhem, a nastavili su ga Popper i Agassi. Historiografsku kritiku (naivnog) falsifikacionizma pružili su Polanyi, Kuhn, Feyerabend i Holton[106]. Najznačajnija historiografska kritika konvencionalizma može se naći u Kuhnovom — već citiranom — remek-djelu o kopernikanskoj revoluciji[107]. Rezultat tih kritika je da sve te racionalne rekonstrukcije historije tjeraju historiju nauke u Prokrustovu postelju svog hipokritskog morala stvarajući tako izmišljene historije koje ovise o mitskim „induktivnim osnovama“, „valjanim induktivnim generalizacijama“, „krucijalnim eksperimentima“, „velikim revolucionarnim pojednostavljenjima“ itd. Ali kriti-

---

[102] Kuhn [1957]. Također usp. Price [1959].

[103] Cohen [1960], str. 61. Bernal u svom [1954] kaže da su „[Kopernikovi] razlozi za [njegovu] revolucionarnu promjenu bili u biti filozofski i estetski [to jest, u svjetlu konvencionalizma, naučni]“; ali u kasnijim izdanjima je promijenio mišljenje: „[Kopernikovi] razlozi su bili mistički a ne naučni“.

[104] Za detaljniju skicu usp. moj [1971*b*].

[105] Lako se, naravno, mogu smisliti drugi tipovi kritike metodologija. Možemo, na primjer, primjenjivati mjerila svake metodologije (a ne samo falsifikacionizma) na nju samu. Rezultat će za većinu metodologija biti jednako destruktivan: induktivizam se ne može induktivno dokazati, jednostavnost će se pokazati beznadno složenom. (Za ovo drugo usp. kraj bilješke 107.)

[106] Usp. Polanyi [1958], Kuhn [1962], Holton [1969], Feyerabend [1970*b*] i [1971]. Također bih dodao Lakatos [1963—1964], [1968*b*] i [1970].

[107] Kuhn [1957]. Takva historiografska kritika može lako navesti neke racionaliste na iracionalnu obranu njihove omiljene opovrgnute teorije racionalnosti. Kuhnova historiografska kritika teorije koja je jednostavnošću objašnjavala kopernikansku revoluciju toliko je ogorčila konvencionalističkog historičara Richarda Halla da je objavio polemički članak u kojem je izdvojio i ponovno iznio one aspekte kopernikanske teorije za koje je sam Kuhn spomenuo da možda polažu pravo na veću jednostavnost, a zanemario je ostatak Kuhnovog — valjanog — argumenta (Hall [1970]). Nema sumnje da se jednostavnost uvijek može definirati za *bilo koji* par teorija T_1 i T_2 na takav način da T_1 bude jednostavnija od T_2.

Za daljnju diskusiju o konvencionalističkoj historiografiji usp. Lakatos i Zahar [1976].

čari falsifikacionizma i konvencionalizma izvukli su vrlo različite zaključke iz opovrgavanja tih metodologija nego što su to učinili Duhem, Popper i Agassi iz njihovog vlastitog opovrgavanja induktivizma. Polanyi je zaključio (a čini se i Holton) da dok se prava, racionalna naučna ocjena može postići u *pojedinačnim* slučajevima, ne može postojati *opća* teorija naučne racionalnosti[108]. *Sve* metodologije, *sve* racionalne rekonstrukcije mogu biti historiografski „opovrgnute": nauka *jest* racionalna, ali se njezina racionalnost ne može podvesti pod opće zakone neke metodologije[109]. Feyerabend je s druge strane zaključio da ne samo da ne može postojati opća teorija naučne racionalnosti nego da ni ne postoji nešto takvo kao naučna racionalnost[110]. Tako je Polanyi išao prema konzervativnom autoritarizmu, dok je Feyerabend išao prema skeptičkom anarhizmu. Kuhn se pojavio s vrlo originalnom vizijom racionalnog autoriteta koji se iracionalno mijenja[111].

Premda, kao što se vidi iz ovog odjeljka, imam veliko poštovanje prema Polanyievoj, Feyerabendovoj i Kuhnovoj kritici postojećih („internalističkih") teorija metode, izvukao sam zaključak potpuno različit od njihovog. Odlučio sam da tragam za poboljšanom metodologijom koja nudi bolju *racionalnu* rekonstrukciju nauke.

---

[108] Tako je Polanyi konzervativni racionalist u pogledu nauke, a „iracionalist" u pogledu filozofije nauke. Ali, naravno, taj meta-„iracionalizam" je vrsta racionalizma sasvim dostojna poštovanja: tvrditi da se pojam „naučno prihvatljivog" ne može dalje definirati, nego da se samo može prenositi kanalima „osobnog znanja" ne čini od čovjeka izravnog iracionalista, nego samo izravnog konzervativca. Polanyievo stajalište u filozofiji prirodne nauke sasvim odgovara Oakeshottovoj ultra-konzervativnoj filozofiji političke nauke. (Za reference i odličnu kritiku ovog drugog usp. Watkins [1952]. Također usp. str. 35—36.)

[109] Naravno, nitko od kritičara nije bio svjestan točne logičke prirode *meta-metodološkog falsifikacionizma kako je on objašnjen* u *ovom* odjeljku i nitko ga od njih nije primijenio sasvim konzistentno. Jedan od *njih piše: „Na ovom stupnju još nismo razvili opću teoriju kritike* ni za naučne teorije, a kamoli za teorije racionalnosti: stoga ako želimo opovrgnuti metodološki falsifikacionizam, moramo *to* učiniti prije nego što imamo teoriju o tome kako to treba učiniti" (Lakatos [1970], str. 114).

[110] Kritičku mašineriju razvijenu u ovom članku upotrebljavam protiv Feyerabendovog epistemološkog anarhizma u Lakatos i Zahar [1976].

[111] Kuhnovu su viziju kritizirali iz mnogih krugova; usp. Shapere [1964] i [1967], Scheffler [1967], a posebno kritički komentari Poppera, Watkinsa, Toulmina, Feyerabenda i Lakatosa — i Kuhnov odgovor — u Lakatos i Musgrave [1970]. Ali nijedan od tih kritičara nije primijenio sistematsku *historiografsku* kritiku na njegov rad. Treba konzultirati i Kuhnov *Postscript* iz [1970] drugom izdanju njegovog [1962] i prikaz toga od Musgravea (Musgrave [1971]).

Feyerabend i Kuhn su sa svoje strane odmah pokušali da „opovrgnu“ moju poboljšanu metodologiju[112]. Ubrzo sam se morao uvjeriti da, bar u smislu opisanom u ovom odjeljku, i moja metodologija — i bilo koja druga metodologija — *može* biti „opovrgnuta“ iz jednostavnog razloga što nijedan skup ljudskih sudova nije potpuno racionalan i stoga se nijedna racionalna rekonstrukcija nikada ne može podudarati sa stvarnom historijom[113].

Taj uvid me je naveo da predložim novi *konstruktivni* kriterij pomoću kojeg bi se mogle ocjenjivati metodologije kao racionalne rekonstrukcije historije.

(*b*) *Metodologija historiografskih istraživačkih programa. Historija — u različitim stupnjevima — potkrepljuje svoje racionalne rekonstrukcije*

Želio bih izložiti svoj prijedlog u dva koraka. Najprije ću malo popraviti falsifikacionistički historiografski meta-kriterij o kojem sam upravo raspravljao, a zatim ću ga sasvim zamijeniti jednim boljim.

Najprije, malo popravljanje. Ako se neko univerzalno pravilo sukobljava s nekim pojedinačnim „normativnim bazičnim sudom“, naučnoj zajednici treba dati vremena da razmisli o tom sukobu: oni mogu odustati od pojedinačnog suda i pokoriti se općem pravilu. Historiografska opovrgavanja („drugog reda“) ne smiju biti prenagljena isto kao ni ona naučna („prvog reda“)[114].

Drugo, budući da smo napustili naivni falsifikacionizam u *metodi*, zašto bismo ga se držali u *meta-metodi?* Možemo ga lako zamijeniti metodologijom naučnih istraživačkih programa drugog reda, ili ako hoćete, metodologijom historiografskih istraživačkih programa.

---

[112] Usp. Feyerabend [1970*a*], [1970*b*] i [1971]; i Kuhn [1970].

[113] Na primjer, može se govoriti o stvarnom neposrednom utjecaju bar *nekih* „velikih“ negativnih krucijalnih eksperimenata, poput opovrgavanja principa pariteta. Ili se može navesti visoko poštovanje bar za *neke* dugotrajne i prozaične postupke pokušavanja i griješenja koji povremeno prethode najavljivanju nekog velikog istraživačkog programa, što je, u svjetlu moje metodologije, u najboljem slučaju „nezrela nauka“. (Usp. moj [1970], str. 175; također usp. upućivanje L. P. Williamsa na historiju spektroskopije između 1870. i 1900. u njegovom [1970].) Tako sud naučne elite u određenim prilikama ide i protiv *mojih* univerzalnih pravila.

[114] Postoji izvjesna analogija između tog obrasca i povremenog postupka priziva teorijskog učenjaka protiv presude eksperimentalne porote; usp. moj [1970], str. 127—131.

Tvrdeći da teorije racionalnosti moraju nastojati organizirati bazične vrijednosne sudove u univerzalne, koherentne sisteme, mi ne moramo odmah odbaciti jedan takav sistem samo zbog nekih anomalija ili drugih nekonzistentnosti. Trebali bismo, naravno, inzistirati da dobra teorija racionalnosti mora anticipirati daljnje bazične vrijednosne sudove neočekivane u svjetlu njezinih prethodnika ili da čak mora dovoditi do revizije prethodno prihvaćenih bazičnih vrijednosnih sudova[115]. Mi tada odbacujemo neku teoriju racionalnosti samo da bismo je zamijenili nekom boljom, onom koja, u tom „kvazi-empirijskom" smislu, predstavlja *progresivnu smjenu* u nizu istraživačkih programa racionalnih rekonstrukcija. Tako nam taj novi — blaži — meta-kriterij omogućuje da uspoređujemo rivalske logike otkrića i da razaberemo rast u „meta-naučnoj" — metodološkoj — spoznaji.

Na primjer, Popperova teorija naučne racionalnosti ne mora biti odbačena naprosto zato što je „opovrgnuta" nekim stvarnim „bazičnim sudovima" vodećih učenjaka. Štoviše, po našem novom kriteriju, Popperov kriterij razgraničenja jasno predstavlja napredak u odnosu na svoje opravdavalačke prethodnike, a posebno u odnosu na induktivizam. Jer, nasuprot svojim prethodnicima, on je rehabilitirao naučni status opovrgnutih teorija kao što je flogistonska teorija i tako je ukinuo vrijednosni sud koji je tu teoriju protjerao iz historije prave nauke u historiju iracionalnih uvjerenja[116]. On je također uspješno rehabilitirao teoriju Bohra, Kramersa i Slatera[117]. U svjetlu većine opravdavalačkih teorija racionalnosti historija nauke je, sa svoje najbolje strane, historija *pred*naučnih preludija za neku *buduću* historiju nauke[118]. Popperova je metodologija omogućila historičaru da protumači više *stvarnih* bazičnih vrijednosnih sudova u historiji nauke kao racionalne: u *tom* normativno-historiografskom smislu Popperova je teorija predstavljala progres. U svjetlu boljih racionalnih

---

[115] Taj drugi kriterij je analogan izuzetnoj „dubini" teorije koja se sukobljava s nekim osnovnim iskazima dostupnima u tom trenutku i, na kraju, izlazi iz tog sukoba kao pobjednik. (Usp. Popper [1957*a*].) Popperov je primjer bila nekonzistentnost između Keplerovih zakona i newtonovske teorije koja se dala na to da ih objasni.

[116] Konvencionalizam je, naravno, izvršio svoju historijsku ulogu u velikoj mjeri prije Popperove verzije falsifikacionizma.

[117] Van der Waerden je smatrao da je teorija Bohra, Kramersa i Slatera loša; Popperova teorija je dokazala da je ona dobra. Usp. van der Waerden [1967], str. 13. i Popper [1963*a*], str. 242. i dalje; za kritičku diskusiju usp. moj [1970], str. 168, bilješka 4 i str. 169, bilješka 1.

[118] Stav nekih modernih logičara prema historiji matematike je tipičan primjer; usp. moj [1963—1964], str. 3.

rekonstrukcija nauke uvijek se može više stvarne velike nauke rekonstruirati kao racionalno.[119]

Nadam se da će moja modifikacija Popperove logike otkrića biti viđena, sada po kriteriju koji sam ja naveo, kao još daljnji korak naprijed. Jer čini se da ona pruža koherentan prikaz *više* starih, izoliranih bazičnih vrijednosnih sudova; štoviše, ona je dovela do novih i, bar za opravdavaoca i naivnog falsifikacionista, iznenađujućih bazičnih vrijednosnih sudova. Na primjer, po Popperovoj teoriji je bilo iracionalno zadržati i dalje razrađivati Newtonovu gravitacijsku teoriju nakon otkrića Merkurovog anomalijskog perihelija; ili, opet, bilo je iracionalno razvijati Bohrovu staru kvantnu teoriju zasnovanu na nekonzistentnim temeljima. S mog stajališta to su bili savršeno racionalni razvoji: neke akcije zaštitnice u obranu poraženih programa — čak i nakon takozvanih „krucijalnih eksperimenata" — savršeno su racionalne. Tako moja metodologija dovodi do izmjene onih historiografskih sudova koji su izbrisali te akcije zaštitnice i iz induktivističke i iz falsifikacionističke stranačke historije[120].

Doista, ta metodologija pouzdano predviđa da će, ondje gdje falsifikacionist vidi trenutan poraz neke teorije kroz jednostavnu borbu s nekom činjenicom, historičar otkriti složeni rat do iznemoglosti koji je započeo mnogo prije i koji završava poslije navodnog „krucijalnog eksperimenta"; a ondje gdje falsifikacionist vidi konzistentne i nepobijene teorije ta metodologija predviđa postojanje hordi poznatih anomalija u istraživačkim programima koji napreduju na možda nekonzistentnim temeljima[121]. Ondje gdje konvencionalist vidi ključ pobjede neke teorije nad njezinim prethodnikom u njezinoj intuitivnoj jednostavnosti, ta metodologija predviđa da će se otkriti da je pobjeda bila rezultat empirijske degeneracije u starom i empirijskog napretka u novom programu[122]. Ondje gdje Kuhn i Feyerabend vide iracionalnu promjenu ja predviđam da će historičar moći pokazati da je postojala racionalna promjena. Metodologija istraživačkih programa tako predviđa (ili, ako hoćete, „poslijeviđa") nove historijske činjenice, neočekivane u svjetlu postojećih (unutrašnjih i vanjskih) historiografija, a ta će predviđanja, nadam se, biti potkrepljena histo-

[119] Tu mi je formulaciju sugerirao moj prijatelj Michael Sukale.

[120] Usp. moj [1970], odjeljak 3 (c).

[121] Usp. moj [1970], str. 138—173.

[122] Sam Duhem daje samo jedan eksplicitan primjer: pobjedu valne optike nad newtonovskom optikom [1906], poglavlje VI, §10 (vidi također poglavlje IV, §4). Ali tamo gdje se Duhem oslanja na intuitivni ‚zdravi razum' ja se oslanjam na analizu rivalskih smjena problema.

rijskim istraživanjem. Ako se to dogodi, onda će metodologija naučnih istraživačkih programa sama sačinjavati progresivnu smjenu problema.

Tako je progres u teoriji naučne racionalnosti obilježen otkrićima novih historijskih čijenica i rekonstruiranjem sve veće mase vrijednosno prožete historije kao racionalne[123]. Drugim riječima, teorija naučne racionalnosti napreduje ako sačinjava „progresivni" historiografski istraživački program. Ne moram ni *reći* da nijedan *takav historiografski istraživački* program ne može niti treba objasniti *čitavu* historiju nauke kao racionalnu: čak i najveći učenjaci čine pogrešne korake i griješe u svojim sudovima. Zbog toga *racionalne rekonstrukcije ostaju zauvijek zaronjene u ocean anomalija. Te će anomalije morati biti konačno objašnjene ili nekom boljom racionalnom rekonstrukcijom ili nekom „vanjskom" empirijiskom teorijom.*

Taj pristup ne zagovara olako odnošenje prema „bazičnim normativnim sudovima" učenjaka. Internalist kao internalist može s pravom zanemarivati „anomalije" i predavati ih vanjskoj historiji samo dok internalistički historiografski istraživački program *napreduje*; ili ako dopunski empirijski eksternalistički historiografski program *progresivno* apsorbira te anomalije. Ali ako se u svjetlu neke racionalne rekonstrukcije historija nauke vidi kao sve iracionalnija *bez* progresivnog eksternalističkog objašnjenja (poput objašnjenja degeneracije nauke političkim ili vjerskim terorom, ili antinaučnom ideološkom klimom, ili nastankom nove parazitske klase pseudoučenjaka sa prikrivenim interesom za brzu „univerzitetsku ekspanziju«), tada jest vitalna historiografska inovacija i množenje historiografskih teorija. Upravo kao što je naučni napredak *moguć čak i ako se nikada ne ukinu naučne anomalije*, tako je i napredak u racionalnoj historiografiji moguć čak i ako se nikada ne ukinu historiografske anomalije. Racionalističkog historičara ne treba smetati činjenica što je stvarna historija više od, a u nekim prilikama čak i različita od, unutrašnje historije i to što će on možda morati objašnjenje takvih ano-

---

[123] Može se uvesti pojam „*stupanj točnosti*" u meta-teoriju metodologija koji bi bio analogan Popperovom empirijskom sadržaju. Popperovi empirijski „bazični iskazi" morali bi biti zamijenjeni kvazi-empirijskim „normativnim bazičnim iskazima" (poput iskaza „Planckova formula zračenja je proizvoljna").

Ukazat ću ovdje da metodologija istraživačkih programa može biti primijenjena ne samo na historijsko znanje prožeto normama, nego na bilo koje normativno znanje, uključujući čak i estetiku. Ona bi onda istisnula naivni falsifikacionistički „kvązi-empirijski" pristup kakav je ocrtan u bilješci 81.

malija predati vanjskoj historiji. Ali ta neopovrgljivost unutrašnje historije ne čini je imunom u odnosu na konstruktivnu, nego samo u odnosu na negativnu kritiku — upravo kao što neopovrgljivost nekog naučnog istraživačkog programa njega ne čini imunim u odnosu na konstruktivnu, nego samo u odnosu na negativnu kritiku.

Naravno, unutrašnja historija se može kritizirati samo tako da se historičareva (obično latentna) metodologija učini eksplicitnom i da se pokaže kako ona funkcionira kao historiografski istraživački program. Historiografska kritika često uspijeva uništiti mnogo pomodnog eksternalizma. „Impresivno", „obuhvatno" ili „dalekosežno" vanjsko objašnjenje obično je znak slabe metodološke podloge; a opet je znak relativno slabe unutrašnje historije (u kontekstu koje je većina stvarne historije ili neobjašnjiva ili anomalijska) to što ona previše toga prepušta objašnjenju vanjskoj historiji. Kada se iznese bolja teorija racionalnosti, unutrašnja historija se može proširiti i tražiti povraćaj teritorija od vanjske historije. Natjecanje, međutim, nije tako otvoreno u tim slučajevima kao kada se natječu dva rivalska naučna istraživačka programa. Eksternalistički historiografski programi koji dopunjavaju unutrašnje historije zasnovane na naivnim metodologijama (sa sviješću o toj činjenici ili bez nje) vjerojatno će ili brzo degenerirati ili se čak nikada neće ni pokrenuti iz jednostavnog razloga što oni nastoje pružiti psihološka ili sociološka „objašnjenja" metodološki izazvanih fantazija a ne (racionalnije tumačenih) historijskih činjenica. Čim eksternalistički prikaz upotrebljava, bilo svjesno ili ne, naivnu metodologiju (koja se tako lako može uvući u njegov „deskriptivni" jezik), on se pretvara u bajku koja će, i pored sve svoje prividne učene suptilnosti, krahirati pri historiografskom ispitivanju.

Agassi je već pokazao kako je bijeda induktivističke historije otvorila vrata divljim spekulacijama vulgarnih marksista[124]. Njegova falsifikacionistička historiografija sa svoje strane otvara širom vrata onim pomodnim „sociolozima znanja" koji pokušavaju daljnje (možda neuspješno) razvijanje neke teorije „opovrgnute" „krucijalnim eksperimentom" objasniti kao manifestaciju iracionalnog, iskvarenog i reakcionarnog otpora uspostavljenog autoriteta prema prosvjećenoj revolucionarnoj

---

[124] Usp. tekst uz bilješku 9. (Terminologija „divlja spekulacija" je, naravno, naslijeđena od induktivističke metodologije. Ona bi sada trebala biti reinterpretirana kao „degenerirajući program".)

inovaciji[125]. Ali u svjetlu metodologije naučnih istraživačkih programa takve čarke zaštitnica su savršeno objašnjive *na unutrašnji način:* ondje gdje eksternalisti vide borbu za vlast i prljav osobni spor, racionalistički će historičar često otkriti racionalnu diskusiju[126].

Zanimljiv primjer kako slaba teorija racionalnosti može osiromašiti historiju jest tretiranje degenerirajućih smjena problema od strane historiografskih pozitivista[127]. Zamislimo, na primjer, da usprkos objektivno napredujućim astronomskim istraživačkim programima sve astronome odjednom obuzme osjećaj kuhnovske „krize"; da oni zatim nekim neodoljivim *Gestalt*-prebacivanjem postanu obraćenici u astrologiju. Ja bih takvu katastrofu smatrao užasavajućim *problemom* koji zahtijeva neko empirijsko eksternalističko objašnjenje. Ali kuhnovac ne bi. Sve što on vidi je „kriza" praćena posljedicom masovnog obraćenja naučne zajednice: običnu revoluciju. Ništa nije ostavljeno kao problematično i neobjašnjeno[128]. Kuhnovski

---

[125] Činjenica da su čak i degenerirajuće eksternalističke teorije mogle postići neki ugled bila je u velikoj mjeri rezultat slabosti njihovih prethodnih internalističkih rivala. Utopijski viktorijanski moral ili stvara lažne, hipokritske prikaze građanske pristojnosti ili potpiruje gledište da je ljudska vrsta potpuno iskvarena; utopijska naučna mjerila ili stvaraju lažne, hipokritske prikaze naučnog savršenstva ili potpiruju gledište da su naučne teorije naprosto puka vjerovanja koja podržavaju neki osobni interesi. To objašnjava „revolucionarnu" atmosferu koja okružuje neke od apsurdnih ideja suvremene sociologije znanja: neki koji se njome bave tvrde da su raskrinkali lažnu racionalnost nauke, a zapravo, u najboljem slučaju, iskorištavaju slabost zastarjelih teorija naučne racionalnosti.

[126] Za primjere usp. Cantor [1971] i debatu između Formana i Ewalda (Forman [1969] i Ewald [1969]).

[127] *„Historiografskim pozitivizmom"* nazivam stajalište da se historija može pisati kao potpuno *vanjska* historija. Za historiografske pozitiviste historija je čisto empirijska disciplina. Oni poriču postojanje objektivnih mjerila nasuprot pukim vjerovanjima o mjerilima. (Naravno, oni također imaju vjerovanja o mjerilima koja određuju izbor i formulaciju njihovih historijskih problema.) To je tipično hegelovsko stajalište. To je poseban slučaj *normativnog pozitivizma,* teorije koja postavlja moć kao kriterij prava. (Za kritiku Hegelovog etičkog pozitivizma usp. Popper [1945], vol. 1, str. 71—72, vol. 2, str. 305—306. i Popper [1961].) Reakcionarni hegelovski opskurantizam je vrijednosti potisnuo potpuno natrag u svijet činjenica i tako je poništio njihovu razdvojenost koja je bila uspostavljena kantovskim filozofskim prosvjećivanjem.

[128] Izgleda da je Kuhn u nedoumici u vezi s objektivnim naučnim napretkom. Ne sumnjam da on, kao učenjak i čovjek odan proučavanju, *osobno* osjeća odbojnost prema relativizmu. Ali njegova se *teorija* može protumačiti ili kao da poriče naučni napredak i priznaje samo naučnu promjenu, ili kao da priznaje naučni napredak ali kao „napredak" obilježen jedino hodom stvarne historije. Doista, on bi po svom kriteriju katastrofu spomenutu u tekstu morao opisati kao pravu „revo-

psihološki epifenomeni „krize“ i „obraćenja“ mogu pratiti bilo objektivno progresivne bilo objektivno degenerirajuće promjene, bilo revolucije bilo kontrarevolucije. Ali ta činjenica izlazi van Kuhnovog okvira. Takve historiografske anomalije ne mogu se formulirati, a kamoli progresivno apsorbirati, njegovim historiografskim istraživačkim programom u kojem nema načina da se razlikuju, recimo, „kriza“ i „degenerirajuća smjena problema“. Ali takve anomalije čak može predvidjeti eksternalistička historiografska teorija zasnovana na metodologiji naučnih istraživačkih programa koja bi navela društvene uvjete pod kojima degenerirajući istraživački programi mogu postići socijalno-psihološku pobjedu.

(c) *Protiv aprioristićkih i anti-teorijskih pristupa metodologiji*

Konačno, suprotstavimo teoriju racionalnosti o kojoj se ovdje raspravlja sa striktno apriorističkim (ili, točnije, „euklidskim“) i s antiteorijskim pristupima[129].

„Euklidske“ metodologije iznose *a priori opća pravila* za naučnu ocjenu. Taj pristup danas najsnažnije predstavlja Popper. Po Popperovom gledištu, mora postojati ustavni autoritet nekog *nepromjenljivog zakona* (iznesenog u njegovom kriteriju razgraničenja) da se razlikuje dobra od loše nauke.

Neki poznati filozofi, međutim, ismijavaju ideju zakona i mogućnost ma kakvog valjanog razgraničenja. Prema Oakeshottu i Polanyiu, ne smije — i ne može — biti uopće nikakvog zakona, nego samo običajno pravo. Oni mogu i ukazati da čak i kad bi se greškom dopustio zakon, taj zakon bi također trebao službene tumače. Mislim da Oakeshottovo i Polanyievo stajalište ima u sebi dosta istine. Napokon, mora se priznati (*pace* Popper) da su se do sada svi „zakoni“ koje su predložili aprioristički filozofi nauke pokazali pogrešnima u svjetlu sudova najboljih učenjaka. Sve do današnjeg dana naučna mjerila, kako ih „instiktivno“ primjenjuje naučna elita u *posebnim* slučajevima, bila su uglavnom — premda ne isključivo

---

luciju“. Bojim se da bi to mogao biti ključ za razumijevanje nenamjeravane popularnosti njegove teorije među Novom ljevicom koja se ubrzano priprema za „revoluciju“ godine 1984.

[129] Stručni termin „euklidski“ (ili bolje „kvazi-euklidski“) znači da se počinje s univerzalnim stavovima visokog stupnja („aksiomima“) a ne sa singularnim stavovima. U mom [1967] i [1962] sugerirao sam da je distinkcija „kvazi-euklidskog“ i „kvazi-empirijskog“ korisnija od distinkcije između „*a priori*“ i „*a posteriori*“.

Neki od „apriorista“ su, naravno, empiristi. Ali empiristi mogu biti aprioristi (ili bolje „euklidovci“) na meta-razini o kojoj je ovdje bilo riječi.

— ono po čemu su se ravnali *univerzalni* zakoni filozofa. Ali ako je tako, metodološki napredak, bar što se tiče najnaprednijih nauka, još uvijek zaostaje za običnom naučnom mudrošću. Zar nije *hubris* nastojati nametnuti neku apriornu filozofiju nauke najnaprednijim naukama? Zar nije *hubris* zahtijevati da čitav posao nauke treba započeti iznova ako se pokaže, recimo, da su newtonovska i einsteinovska nauka prekršile Baconova, Carnapova ili Popperova apriorna pravila igre?

Mislim da jest. I doista, metodologija historiografskih istraživačkih programa implicira pluralistički sistem autoriteta dijelom zato što mudrost naučne porote i njezino običajno pravo nisu bili, i nisu mogli biti, potpuno artikulirani zakonom filozofa, a dijelom zato što zakon filozofa može povremeno biti u pravu kada zakaže sud učenjaka. Ne slažem se, dakle, ni s onim filozofima nauke koji su pretpostavili da su opća naučna mjerila nepromjenljiva i da ih razum može spoznati *a priori*[130], ni s onima koji su mislili da svjetlo razuma obasjava samo posebne slučajeve. Metodologija historiografskih istraživačkih programa navodi načine i kako da filozof nauke uči od historičara nauke i obrnuto.

Ali taj dvosmjerni promet ne mora uvijek biti uravnotežen. Zakonski pristup bi trebao postati mnogo značajniji kada neka tradicija degenerira[131] ili kada se zasnuje neka nova loša tradicija[132]. U takvim slučajevima zakon može umanjiti autoritet iskvarenog običajnog prava i usporiti ili čak preokrenuti proces degeneracije[133]. Kada naučna škola degenerira u pseudonauku, može se isplatiti nametnuti metodološku debatu u nadi da će aktivni učenjaci naučiti više iz nje nego filozofi (isto kao što kada obični jezik degenerira, recimo, u novinarski žargon, može se isplatiti prizvati gramatička pravila)[134].

---

[130] Neki bi mogli tvrditi da Popper *ne* spada u tu kategoriju. Napokon, Popper je definirao „nauku" na takav način da bi ona trebala uključiti i pobijenu newtonovsku teoriju a isključiti nepobijene — astrologiju, marksizam i freudizam.

[131] To je izgleda slučaj u modernoj fizici čestica ili, prema nekim filozofima i fizičarima, čak i u kopenhagenskoj školi kvantne fizike.

[132] To je slučaj s nekima od glavnih škola moderne sociologije, psihologije i socijalne psihologije.

[133] To naravno objašnjava zašto dobra metodologija — „iscijeđena" iz zrelih nauka — može igrati značajnu ulogu za nezrele i dubiozne discipline. Dok bi polanyievsku akademsku autonomiju trebalo braniti za odsjeke teorijske fizike, ona ne smije biti tolerirana, recimo, u institutima za kompjutoriziranu socijalnu astrologiju, planiranje nauke ili socijalnu imagistiku. (Za autoritativnu studiju o ovoj posljednjoj usp. Priestley [1968].)

[134] Naravno, kritička rasprava o naučnim mjerilima, koja bi eventualno dovela i do njihovog poboljšavanja, nemoguća je a da se ta

(d) *Zaključak*

U ovom sam članku predložio „historijsku“ metodu za vrednovanje rivalskih metodologija. Argumenti su prvenstveno bili upućeni filozofu nauke i smjerali su na to da pokažu kako on može — i treba — učiti od historije nauke. Ali isti argumenti *impliciraju također da historičar nauke, sa svoje strane,* mora poklanjati ozbiljnu pažnju filozofiji nauke i odlučiti o tome na kojoj će metodologiji zasnovati svoju unutrašnju historiju. Nadam se da sam pružio neke jake argumente za slijedeće teze. Prvo, svaka metodologija nauke određuje karakteristično (i oštro) razgraničenje između (primarne) unutrašnje historije i (sekundarne) vanjske historije i drugo, i historičari i filozofi nauke moraju optimalno iskoristiti kritičku međuigru unutrašnjih i vanjskih činilaca.

Podsjetit ću na kraju čitaoca na moju omiljenu — i sada već otrcanu — šalu da je historija nauke često karikatura *svojih racionalnih rekonstrukcija; da su racionalne rekonstrukcije* često karikature stvarne historije; a da su neke historije nauke karikature i stvarne historije i njezinih racionalnih rekonstrukcija[135]. Ovaj članak mi, smatram, daje pravo da dodam: *Quod erat demonstrandum.*

LITERATURA

1. Agassi, J. [1963], *Towards an Historiography of Science.*

2. Agassi, J. [1964], „Scientific Problems and their Roots in Metaphysics“, u M. Bunge (urednik), *The Critical Approach to Science and Philosophy,* str. 189—211.

3. Agassi, J. [1966], „Sensationalism“, *Mind,* 75, *str.* 1—24.

4. Agassi, J. [1969], „Popper on Learning from Experience“ u N. Rescher (urednik), *Studies in the Philosophy of Science,* str. 162—171.

---

mjerila ne artikuliraju općenitom terminologijom, upravo kao što se mora — ako se želi osporiti jezik — artikulirati njegova gramatika. Ni konzervativni Polanyi ni konzervativni Oakeshott izgleda da nisu shvatili (ili nisu bili skloni shvatiti) *kritičku* funkciju jezika — ono što je Popper učinio. (Usp. posebno Popper [1963a], str. 135).

[135] Usp., npr., moj [1962], str. 157. ili moj [1968a], str. 387, bilješka 1.

5. Bernal, J. D. [1954], *Science in History,* 1. izdanje.

6. Bernal, J. D. [1965], *Science in History,* 3. izdanje.

7. Beveridge, W. [1973], „The Place of the Social Sciences in Human Knowledge", *Politica,* 2, str. 459—479.

8. Cantor, G. [1971], „Henry Brougham and the Scottish Methodological Tradition", *Studies in the History and Philosophy of Science,* 2, str. 69—89.

9. Cohen, I. [1960], *The Birth of a New Physics.*

10. Compton, A. H. [1919], „The Size and Shape of the Electron", *Physical Review,* 14, str. 20—43.

11. Duhem, P. [1906], *La théorie physique, son objet et sa structure* (engleski prijevod 2 (1914) izdanja, *The Aim and Structure of Physical Theory,* 1954).

12. Elkana, Y. [1971], „The Conservation of Energy: a Case of Simultaneous Discovery?", *Archives internationales d'historie des Sciences,* 24, str. 31—60.

13. Ewald, P. [1969], „The Myth of Myths", *Archive for History of Exact Sciences,* 6, str. 72—81.

14. Feyerabend, P. K. [1964], „Realism and Instrumentalism: Comments on the Logic of Factual Support" u M. Bunge (urednik), *The Critical Approach to Science and Philosophy,* str. 280—308.

15. Feyerabend, P. K. [1965], „Reply to Criticism" u R. S. Cohen i M. Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Science* 2, str. 223—261.

16. Feyerabend, P. K. [1969], „A Note on Two ‚Problems' of Induction", *British Journal for the Philosophy of Science,* 19, str. 251—253.

17. Feyerabend, P. K. [1970*a*], „Consolations for the Specialist" u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge,* str. 197—230.

18. Feyerabend, P. K. [1970*b*], „Against Method", u *Minnesota Studies for the Philosophy of Science* 4.

19. Feyerabend, P. K. [1971], *Against Method* proširena verzija od Feyerabend [1970*b*].

20. Forman, P. [1969], „The Discovery of the Diffraction of X-Rays by Crystals: A Critique of the Critique of the Myths", *Archive for History of Exact Sciences,* 6, str. 38—71.

21. Hall, R. J. [1970], „Kuhn and the Copernican Revolution", *British Journal for the Philosophy of Science,* 21, str. 196—197.

22. Hempel, C. G. [1937], Prikaz Poppera [1934], *Deutsche Literaturzeitung*, str. 309—314.

23. Holton, G. [1969], „Einstein, Michelson, and the ‚Crucial' Experiment", *Isis*, 6, str. 133—197.

24. Kuhn, T. S. [1957], *The Copernican Revolution.*

25. Kuhn, T. S. [1962], *The Structure of Scientific Revolutions.*

26. Kuhn, T. S. [1968], „Science: The History of Science" u D. L. Sills (urednik), *International Encyclopedia of the Social Sciences*, vol. 14, str. 74—83.

27. Kuhn, T. S. [1970], „Reflections on my Critics", u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge*, str. 237—278.

28. Lakatos, I. [1962], „Infinite Regress and the Foundations of Mathematics", *Aristotelian Society Supplementary Volume*, 36, str. 155—184.

29. Lakatos, I. [1963-4], „Proofs and Refutations", *The British Journal for the Philosophy of Science*, 14, str. 1—25, 120—139, 221—243, 296—342.

30. Lakatos, I. [1966], „Popkin on Skepticism" u W. Yourgrau i A. D. Breck (urednici), *Logic, Physics and History*, 1970, str. 220—223.

31. Lakatos, I. [1967], „A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics" u I. Lakatos (urednik), *Problems in the Philosophy of Mathematics*, str. 199—202.

32. Lakatos, I. [1968*a*], „Changes in the Problem of Inductive Logic" u I. Lakatos (urednik), *The Problem of Inductive Logic*, str. 315—417.

33. Lakatos, I. [1968*b*], „Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes", *Proceedings of the Aristotelian Society*, 69, str. 149—186.

34. Lakatos, I. [1970], „Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes" u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge*, str. 91—196.

35. Lakatos, I. [1974], „Popper on Demarcation and Induction" u P. A. Schilpp (urednik), *The Philosophy of Sir Karl Popper.*

36. Lakatos, I. i Musgrave, A. [1970], *Criticism and the Growth of Knowledge.*

37. Lakatos, I. i Zahar, E. G. [1976], „Why did Copernicus's Programme Supersede Ptolemy's?", u R. Westman (urednik), *The Copernican Achievement.*

38. McMullin, E. [1970], „The History and Philosophy of Science: a Taxonomy“, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 5, str. 12—67.

39. Merton, R. [1957], „Priorities in Scientific Discovery“, *American Sociological Review*, 22, str. 635—659.

40. Merton, R. [1963], „Resistance to the Systematic Study of Multiple Discoveries in Science“, *European Journal of Sociology*, 4, str. 237—282.

41. Merton, R. [1969], „Behaviour Patterns of Scientists“, *American Scholar*, 38, str. 197—225.

42. Musgrave, A. [1969], *Impersonal Knowledge: A Criticism of Subjectivism*, Ph. D. thesis, University of London.

43. Musgrave, A. [1971], „Kuhn's Second Thoughts“, *British Journal for the Philosophy of Science*, 22, str. 287—297.

44. Musgrave, A. [1974], „The Objectivism of Popper's Epistemology, u P. A. Schilpp (urednik), *The Philosophy of Sir Karl Popper.*

45. Polanyi, M. [1951], *The Logic of Liberty.*

46. Polanyi, M. [1958], *Personal Knowledge, Towards a Post-Critical Philosophy.*

47. Popper, K. R. [1935], *Logik der Forschung.*

48. Popper, K. R. [1940], „What is Dialectic?“, *Mind*, 49, str. 403—426.

49. Popper, K. R. [1945], *The Open Society and Its Enemies*, I—II.

50. Popper, K. R. [1948], „Naturgesetze und theoretische Systeme“, u *Gesetz und Wirklichkeit* (uredio S. Moser), str. 65—84.

51. Popper, K. R. [1957*a*], „The Aim of Science“, *Ratio* 1, str. 24—35.

52. Popper, K. R. [1957*b*], *The Poverty of Historicism.*

53. Popper, K. R. [1959], *The Logic of Scientific Discovery.*

54. Popper, K. R. [1960], „Philosophy and Physics“, *Atti del XII Congresso Internazionale di Filosofia*, 2, str. 363—374.

55. Popper, K. R. [1961], „Facts, Standards, and Truth: A Further Criticism of Relativism“, *Addendum* četvrtom izdanju Poppera [1945].

56. Popper, K. R. [1963*a*], *Conjectures and Refutations.*

57. Popper, K. R. [1963*b*], „Science: Problems, Aims, Responsibilities“, *Federation Proceedings*, 22, str. 961—972.

58. Popper, K. R. [1963c], „Three Views Concerning Human Knowledge", u H. D. Lewis (urednik), *Contemporary British Philosophy*, 1957, str. 355—388.

59. Popper, K. R. [1968a], „Epistemology Without a Knowing Subject", u B. Rootselaar i J. Staal (urednici), *Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science*, str. 333—373.

60. Popper, K. R. [1968b], „On the Theory of the Objective Mind", u *Proceedings of the XIV International Congress of Philosophy*, vol. 1, str. 25—33.

61. Price, D. J. [1959], „Contra Copernicus: A Critical Re-estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler" u M. Clagett (urednik), *Critical Problems in the History of Science*, str. 197—218.

62. Priestley, J. B. [1968], *The Image Men.*

63. Scheffler, I. [1967], *Science and Subjectivity.*

64. Shapere, D. [1964], „The Structure of Scientific Revolutions", *Philosophical Review*, 63, str. 383—384.

65. Shapere, S. [1967], „Meaning and Scientific Change", u R. G. Colodny (urednik), *Mind and Cosmos*, str. 41—85.

66. van der Waerden, B. [1967], *Sources of Quantum Mechanics.*

67. Watkins, J. W. N. [1952], „Political Tradition and Political Theory: an Examination of Professor Oakeshott's Political Philosophy", *Philosophical Quarterly*, 2, str. 323—337.

68. Watkins, J. W. N. [1958], „Influential and Confirmable Metaphysics", *Mind*, 67, str. 344—365.

69. Watkins, J. W. N. [1963], „Negative Utilitarianism", *Aristotelian Society Supplementary Volume* 37, str. 95—114.

70. Watkins, J. W. N. [1967], „Decision and Belief" u R. Hughes (urednik), *Decision Making*, str. 9—26.

71. Watkins, J. W. N. [1970], „Against Normal Science" u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge*, str. 25—38.

72. Williams, L. P. [1970], „Normal Science and its Dangers«, u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge*, str. 49—50.

Thomas S. Kuhn

NAKNADNA RAZMIŠLJANJA O PARADIGMAMA

Proteklo je već sedam godina otkako je objavljena moja knjiga *Struktura naučnih revolucija*. Reakcije na nju bile su raznolike i ponekad kriještave, ali knjiga se i nadalje mnogo čita i predmet je brojnih rasprava. Sve u svemu, veliko mi je zadovoljstvo zanimanje što ga je pobudila uključivši i znatan dio kritičkih opaski. Ipak, jedan aspekt njezina odjeka povremeno me obeshrabruje. Prateći razgovore, osobito one među ljudima koji su se knjigom oduševili, često mi je bilo teško vjerovati da svi učesnici u raspravi govore o istoj knjizi. Sa žaljenjem zaključujem da je dio razloga njezina uspjeha u tome što ona može svima značiti gotovo sve.

Za tu pretjeranu plastičnost nijedan aspekt knjige nije toliko odgovoran koliko to što se u njoj uvodi termin „paradigma“[1], riječ koja se na njezinim stranicama pojavljuje češće nego bilo koja druga, izuzimajući gramatičke čestice. Pozvan da objasnim odsustvo indeksa, ja redovno ukazujem da bi natuknica radi koje bi se najčešće zagledalo u nj bila: „paradigma, 31—279, *passim*“. Kritičari, bilo dobronamjerni ili ne, bili su jednodušni u naglašavanju velikog broja različitih značenja u kojima se taj termin upotrebljava[2]. Jedna komenta-

[1] Drugi problemi i izvori nesporazuma raspravljeni su u mom ogledu „Logic of Discovery or Psychology of Research“, u *Criticism and the Growth of Knowledge*, uredili I. Lakatos and A. Musgrave, Cambridge, Cambridge University Press, 1970; vidi str. 266—292. gore. Ta knjiga, koja također sadrži jedan prošireni „Response to Critics“, čini četvrti svezak radova Međunarodnog kolokvija o filozofiji znanosti, održana u Bedford College, London, u toku srpnja 1965. Kraća ali odmjerenija rasprava o kritičkim reakcijama na *Strukturu naučnih revolucija* pripremljena je za japanski prijevod te knjige. Jedna engleska verzija uključena je u kasnija američka izdanja. Dijelovi tih članaka nastavljaju ondje gdje ovaj završava i tako pojašnjavaju odnose ovdje izloženih ideja s pojmovima kao što su nesumjerljivost i revolucije.

[2] Najpromišljeniji i potpuno negativan prikaz tog problema jest onaj Dudleyja Shaperea „The Structure of Scientific Revolutions“, *Philosophical Review* 73, 1964, str. 383—394.

torka koja je smatrala stvar vrijednom sistematskog ispitivanja izradila je djelomično kazalo pojmova i našla najmanje dvadeset i dvije različite upotrebe u rasponu od „konkretno znanstveno dostignuće" (str. 51) do „karakterističan skup uvjerenja i preduvjerenja" (str. 58), pri čemu ova potonja obuhvaćaju zajedno instrumentalna, teorijska i metafizička opredjeljenja (str. 85—88)[3]. Premda niti sastavljačica tog kazala niti ja ne mislimo da je situacija tako beznadna kako bi te divergencije sugerirale, očigledno traži se razjašnjenje. A niti razjašnjenje samo po sebi neće biti dovoljno. Ma kolik bio njihov broj, upotrebe „paradigme" u knjizi dijele se u dva skupa koji oba zahtijevaju različita imena i zasebnu raspravu. Jedno je značenje „paradigme" globalno te obuhvaća sva zajednička opredjeljenja jedne znanstvene skupine; drugo izdvaja posebno važnu vrstu opredjeljenja i stoga je podskup prvoga. U tekstu koji slijedi pokušat ću ih najprije razmrsiti a onda pomno ispitati ono za koje mislim da mu je najhitnije potrebna filozofska pažnja. Koliko god da sam nepotpuno razumijevao paradigme kad sam pisao knjigu, još smatram da one zaslužuju mnogo pažnje.

U knjizi termin „paradigma" ulazi u blisko srodstvo. i fizičko i logičko, s izrazom „znanstvena zajednica" (str. 50—51). Paradigma je ono što dijele članovi znanstvene zajednice, i samo oni. Obrnuto, posjedovanje zajedničke paradigme je ono što konstituira znanstvenu zajednicu od skupine inače disparatnih ljudi. Kao empirijske generalizacije oba se ta iskaza mogu braniti. Ali u knjizi oni bar djelomično fungiraju kao definicije a rezultat je cirkularnost s bar nekoliko loših posljedica[4]. Ako treba uspješno objasniti termin „paradigma", najprije treba uvidjeti da znanstvena zajednica ima nezavisno postojanje.

---

[3] Margaret Masterman, „The Nature of a Paradigm", u *Criticism and the Growth of Knowledge*, uredili I. Lakatos i A. Musgrave. U zagradama navedene stranice odnose se na moju *Strukturu naučnih revolucija*.

[4] Najštetnija od tih posljedica proizlazi iz moje upotrebe termina „paradigma" kad lučim ranije razdoblje u razvoju neke pojedinačne znanosti od kasnijega. Za vrijeme onoga što se u *Strukturi naučnih revolucija* naziva „predparadigmatskim razdobljem" oni koji se bave nekom znanošću podijeljeni su u određen broj suparničkih škola od kojih svaka prisvaja nadležnost za isto predmetno područje, ali mu pristupa na način posve različit od sviju ostalih. Taj razvojni stadij praćen je relativno brzim prelazom, obično kao posljedicom nekog značajnog znanstvenog dostignuća ka takozvanom postparadigmatskom razdoblju koje karakterizira iščezavanje sviju ili većine škola, promjena koja dopušta daleko snažnije profesionalno ponašanje članovima preostale zajednice. Ja još uvijek mislim da je taj obrazac i tipičan i važan, ali o njemu se može raspravljati odvojeno od prvog dostignuća jedne paradigme. Što god paradigme bile, njih posjeduje bilo koja

U stvari, identificiranje i proučavanje znanstvenih zajednica pojavilo se nedavno kao značajan predmet istraživanja među sociolozima. Preliminarni rezultati, od kojih su mnogi još neobjavljeni, nameću zaključak da potrebne empirijske tehnike nisu trivijalne a da su neke od njih već na raspolaganju a za druge je sigurno da će biti razvijene[5]. Većina aktivnih učenjaka smjesta odgovara na pitanja o svojoj pripadnosti zajednicama prihvaćajući kao gotovu činjenicu da je odgovornost za različite postojeće specijalnosti i istraživačke tehnike raspodijeljena među grupe bar grubo određena članstva. Stoga ću pretpostaviti da će sistematičnija sredstva za njihovu identifikaciju biti otkrivana i zadovoljit ću se kratkim izlaganjem jedne intuitivne predodžbe o zajednici, one koju uveliko dijele učenjaci i sociolozi i određen broj povjesničara znanosti.

Prema tom gledištu znanstvena se zajednica sastoji od onih koji se bave jednom znanstvenom specijalnošću. Povezani zajedničkim elementima u svom obrazovanju i naukovanju oni vide sebe i drugi ih vide kao ljude odgovorne za nastojanje oko ostvarenja skupa zajedničkih ciljeva uključivši izobrazbu svojih nasljednika. Takve zajednice karakterizira relativna punina komunikacije unutar grupa i relativna jednodušnost sudova grupe u stručnim stvarima. U značajnoj mjeri članovi dane zajednice apsorbirat će istu literaturu i izvlačiti iz nje slične pouke[6]. Budući da je pažnja različitih zajednica usmjerena na različite stvari, za očekivati je da stručna komunikacija preko grupnih linija bude tegobna, često dovodi do nesporazuma i, ako se nastavi, može stvoriti značajna neslaganja.

Jasno, zajednice u tom smislu postoje na brojnim razinama. Možda svi prirodoznanstvenici tvore zajednicu. (Ne smije-

---

znanstvena zajednica, uključujući škole tzv. predparadigmatskog razdoblja. Moj propust da jasno uočim tu stvar doprinio je da se paradigma učini kao neki kvazimistički entitet ili osobina koja poput karizme transformira one koji su njom zaraženi. Postoji transformacija, ali do nje se ne dolazi usvajanjem paradigme.

[5] W. O. Hagstrom, *The Scientific Community*, New York, Basic Books, 1965, glave 4 i 5; D. J. Price i D. de B. Beaver, „Collaboration in an Invisible College", *American Psychologist* 21, 1966, str. 1011—18; Diana Crane, „Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the 'Invisible College' Hypothesis", *American Sociological Review* 34, 1969., str. 335—52; N. C. Mullins, „Social Networks among Biological Scientists", doktorska disertacija, Harvard University, 1966. i „The Development of a Scientific Specialty", *Minerva* 10, 1972., str. 51—82.

[6] Historičaru kome su tehnika intervjua i upitnika obično nedostupne zajednički izvorni materijal često pribavlja najznačajnije nagovještaje o strukturi zajednice. To je jedan od razloga zašto se u *Strukturi naučnih revolucija* o široko čitanim djelima poput Newtonovih *Principia* tako često govori kao o paradigmama. Sad bih ih opisao kao osobito važne izvore elemenata u disciplinarnoj matrici zajednice.

mo, mislim, dozvoliti da oluja oko C. P. Snowa prikrije ono o čemu je on rekao ono što je očigledno.) Na samo malo nižoj razini glavne znanstvene profesionalne grupe pružaju primjere zajednica: fizičari, kemičari, astronomi, zoolozi i drugi. Za te veće zajednice grupno se članstvo lako utvrđuje osim na rubovima. Najviši znanstveni stupanj, članstvo u stručnim društvima i časopisi koji se čitaju obično su više nego dovoljni. Slične će tehnike također izdvojiti glavne podgrupe: organski kemičari i možda kemičari proteina među njima, fizičari čvrstog stanja i visoke energije, radio-astronomi itd. Tek na slijedećoj nižoj razini iskrsavaju empirijske teškoće. Kako bi neupućeni izdvojio grupu za fage prije nego što je ona stekla slavu u javnosti? Za to čovjek mora pribjeći pohađanju ljetnih seminara i specijalnih konferencija, imati uvid u spiskove za distribuciju *preprintova* i iznad svega u formalne i neformalne komunikacijske mreže, uključivši veze među citatima[7]. Držim da taj posao može i da će biti obavljen te da će on tipično kao rezultat dati zajednice od možda stotinjak članova a ponekad značajno malobrojnije. Pojedini učenjaci, osobito oni najsposobniji, pripadat će nekolicini takvih grupa bilo istovremeno bilo sukcesivno. Premda još nije jasno kako nas daleko može odvesti empirijska analiza, postoji izvrstan razlog da pretpostavimo da je znanstvena aktivnost raspodijeljena među zajednice te vrste i da je one provode.

Pretpostavimo sada da smo ma kojim tehnikama identificirali jednu takvu zajednicu. Kojim se zajedničkim elementima objašnjava relativno neproblematičan karakter stručnog komuniciranja i relativna jednodušnost stručnog suda? Na to pitanje *Struktura naučnih revolucija* dopušta odgovor: „paradigma“ ili „skup paradigama“. To je jedno od dva glavna značenja u kojima se taj termin javlja u knjizi. Za nj bih sad mogao usvojiti oznaku „paradigma$_1$“, ali manje će zbrke nastati ako ga zamijenim izrazom „disciplinarna matrica“ — „disciplinarna“ zato što je u zajedničkom posjedu sviju koji se bave nekom stručnom disciplinom a „matrica“ zato jer se sastoji od uređenih elemenata raznih vrsta od kojih svaki zahtijeva daljnju specifikaciju. Sastavni dijelovi disciplinarne matrice uključuju većinu ili sve predmete grupnog opredjeljenja opisanih u knjizi

---

[7] E. Garfield, „*The Use of Citation Data in Writing the History of Science*, Philadelphia, Institute for Scientific Information, 1964; M. M. Kessler, „Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing“, *American Documentation* 16, 1965., str. 223—33; D. J. Price, „Networks of Scientific Pappers“, *Science* 149, 1965., str. 510—15.

kao paradigme, dijelovi paradigama ili paradigmatski[8]. U ovom času neću niti pokušati sastaviti iscrpan popis, nego ću umjesto toga ukratko identificirati tri od njih, jer oni — zato što su od centralna značenja za spoznajno djelovanje grupe — treba da budu od osobita interesa za filozofe znanosti. Govorimo o njima kao o simboličkim generalizacijama, modelima i uzorcima.

Prvo dvoje već su poznati predmeti filozofske pažnje. Napose, simboličke su generalizacije oni izrazi koje grupa upotrebljava bez pitanja a koji se mogu lako staviti u neki logički oblik kao što je $(x)\ (y)\ (z)\ \varphi\ (x,\ y,\ z)$. Oni su komponente disciplinarne matrice koje su formalne ili se lako dadu formalizirati. Modeli, o kojima u ovom članku neću više imati što da kažem, jesu ono što grupi daje preferirane analogije ili, kad su duboko prihvaćene, neku ontologiju. U jednoj krajnosti oni su heuristički: strujni krug može biti plodno promatran kao hidrodinamički sistem stabilna stanja ili plin se ponaša kao skup biljarskih kugli u nasumičnu kretanju. U drugoj, oni su predmeti metafizičkog opredjeljenja: toplina tijela *jest* kinetička energija svojih sastavnih čestica ili, još očiglednije metafizički, svi opažljivi fenomeni posljedica su kretanja i međuakcije kvalitativno neutralnih atoma u praznu prostoru[9]. Najzad, uzorci su konkretna rješenja problema koja grupa prihvaća kao paradigmatska u sasvim uobičajenu smislu. Mnogi od vas već su zacijelo pogodili da termin „uzorak“ daje novo ime za drugo i fundamentalnije značenje „paradigme“ u mojoj knjizi.

Da bismo razumjeli kako znanstvena zajednica funkcionira kada proizvodi i proglašava valjanu spoznaju, u krajnjoj liniji moramo, mislim, razumjeti djelovanje bar tih triju komponenata disciplinarne matrice. Promjene u bilo kojoj mogu rezultirati promjenama znanstvenog ponašanja koje se održavaju i na mjesto istraživanja grupe i na njezine kriterije provjeravanja. Ja ovdje neću pokušavati braniti jednu tako općenitu tezu. Moja su prvenstvena briga sada uzroci. Ali da im načinim mjesta najprije moram reći nešto o simboličkim generalizacijama.

U znanostima, a osobito u fizici, generalizacije se često već nalaze u simboličkom obliku: $f = ma$, $I = V/R$ ili $\nabla^2\Psi + 8\pi^2\ m/h^2\ (E + V)\ \psi = 0$. Druge su obično iskazane riječima: „akcija je jednaka reakciji“, „kemijski spoj ima stalne težinske omjere“ ili „sve stanice potječu od stanica“. Nitko neće

[8] Vidi *Strukturu naučnih revolucija*, str. 83—88.

[9] Nije uobičajeno uključivati, recimo, atome, polja ili sile koje djeluju na razdaljinu pod rubriku modela, ali ja trenutno ne vidim ništa loše u toj proširenoj upotrebi. Očigledno, stupanj opredijeljenosti zajednice varira kad se od heurističkih modela ide ka metafizičkim, ali čini se da priroda spoznajnih funkcija modela ostaje ista.

dovoditi u pitanje to da članovi znanstvene zajednice u svom radu rutinski upotrebljavaju izraze poput tih, da to obično čine ne osjećajući potrebu za posebnim opravdavanjem i da ih drugi članovi njihove grupe rijetko pozivaju da obrazlože svoje postupke u tim točkama. To ponašanje je važno jer bez zajedničke vezanosti za skup simboličkih generalizacija logika i matematika ne bi se mogle rutinski primjenjivati u radu zajednice. Primjer taksonomije ukazuje na to da prirodna znanost može postojati uz malen broj takvih generalizacija a možda bez ijedne. Kasnije ću ukazati na to kako je do toga moglo doći. Ali ne vidim razloga sumnji u općeprošireni dojam da snaga jedne znanosti raste s brojem simboličkih generalizacija što ih oni koji se njom bave imaju na raspolaganju.

Obratite, međutim, pažnju na to kako je malena mjera slaganja što smo ga pripisali članovima naše zajednice. Kad kažem da oni dijele vezanost za, recimo, simboličku generalizaciju $f = ma$, mislim time samo da oni neće prigovoriti čovjeku koji ispiše četiri simbola f, $=$, m i a po redu u jednom retku, koji po pravilima logike i matematike barata nastalim izrazom i koji izloži još uvijek simbolički rezultat. Kod te točke u raspravi za nas — premda ne za učenjake koji se njima služe — ti simboli i izrazi tvoreni njihovim sastavljanjem jesu neinterpretirani, još bez empirijskog značenja ili primjene. Zajednička vezanost za skup generalizacija opravdava logičko i matematičko baratanje i izaziva vezanost za rezultat. Ali to ne mora implicirati slaganje o načinu na koji treba simbole, pojedinačno ili skupno, stavljati u korelaciju s rezultatima eksperimenta ili opažanja. U toj mjeri zajedničke simboličke generalizacije funkcioniraju zasada kao izrazi u čistom matematičkom sistemu.

Analogija između znanstvene teorije i čistog matematičkog sistema naširoko je iskorištavana u filozofiji znanosti XX stoljeća i odgovorna je za neke krajnje zanimljive rezultate. Ali to je samo analogija i zato može zavaravati. Smatram da smo bili njezine žrtve u nekoliko aspekata. Jedan od njih neposredno je relevantan za moj argument.

Kad se izraz kao što je $f = ma$ pojavi u čistom matematičkom sistemu, on je ondje, da tako kažem, jednom i zauvijek. To jest, ako uđe u rješenje matematičkog problema postavljena unutar sistema, on uvijek ulazi u obliku $f = ma$ ili u obliku svodivu na taj supstitutivnošću identiteta ili nekim drugim sintaktičkim pravilom supstitucije. U znanostima se simboličke generalizacije obično ponašaju veoma različito. One nisu generalizacije u tolikoj mjeri koliko su to generalizacijske skice, shematske forme čiji detaljni simbolički izraz varira od jedne

primjene do druge. Za problem slobodnog pada $f = ma$ postaje $mg = md^2s/dt^2$. Za jednostavno njihalo to postaje $mg\text{Sin}\theta = - md^2s/dt^2$. Za spojene harmoničke oscilatore to dobiva oblik dviju jednadžbi prva od kojih bi se mogla napisati $m_1d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$. Zanimljiviji mehanički problemi, na primjer kretanje žiroskopa, pokazali bi još veći disparitet između $f = ma$ i stvarne simboličke generalizacije na koju se primjenjuju logika i matematika; ali mora da je već jasno što hoću reći. Premda su neinterpretirani simbolički izrazi zajednički posjed članova znanstvene zajednice i premda takvi izrazi daju grupi ulaznu točku za logiku i matematiku, ta se oruđa ne primjenjuju na zajedničku generalizaciju nego na jednu ili drugu njezinu specijalnu verziju. U nekom smislu svaka takva klasa zahtijeva nov formalizam[10].

Slijedi jedan zanimljiv zaključak po svoj prilici relevantan za status teorijskih termina. Oni filozofi koji izlažu znanstvene teorije kao neinterpretirane formalne sisteme često primjećuju da empirijska referencija dolazi takvim teorijama odozdo, idući od empirijski smislenog bazičnog rječnika u teorijske termine. Unatoč dobro poznatim teškoćama koje se gomilaju oko pojma bazičnog rječnika, ne mogu sumnjati u važnost tog puta u transformaciji nekog neinterpretiranog simbola u znak za određeni fizički pojam. Ali to nije jedini put. Formalizmi u znanostima se dovode u odnos s prirodom i pri vrhu bez posredujuće dedukcije koja eliminira teorijske termine. Prije nego što može započeti s logičkim i matematičkim manipulacijama koje završavaju predviđanjima očitavanja mjernih instrumenata, učenjak mora ispisati poseban oblik od $f = ma$ koji je primjenjiv na, recimo, vibrirajuću žicu ili poseban oblik Schrödingerove jednadžbe koji je primjenjiv na, recimo, helijev atom u magnetskom polju. Koji god on postupak pri tome upotrijebi, ovaj ne može biti čisto sintaktički. Empirijski sadržaj mora ući u formalizirane teorije odozgo kao i odozdo.

Taj se zaključak, mislim, ne može izbjeći predlaganjem da se Schrödingerova jednadžba ili $f = ma$ protumače kao kratica za konjunkciju brojnih posebnih simboličkih oblika koje ti izrazi

[10] Ta se teškoća ne da izbjeći tako da se zakoni newtonovske mehanike izraze, recimo, u lagrangeovskom ili hamiltonovskom obliku. Naprotiv, potonje su formulacije doslovno skice zakona prije nego zakoni, a to nije slučaj s Newtonovom formulacijom mehanike. Započinjući s Hamiltonovim ili Lagrangeovim jednadžbama, čovjek mora svejedno ispisati poseban hamiltonijan ili lagranžijan za onaj poseban problem koji je pred njim. Obratite, međutim, pažnju na to da je odlučujuća prednost tih formulacija u tome da one čine daleko lakšim izabiranje određenog formalizma koji odgovara određenom problemu. Suprotstavljene Newtonovoj formulaciji, one tako ilustriraju tipičan smjer normalnog znanstvenog razvoja.

dobivaju u primjeni na posebne fizičke probleme. Na prvome mjestu učenjaci bi još uvijek trebali kriterije koji će im kazati koja posebna simbolička verzija treba da bude primijenjena na koji problem i ti bi kriteriji, isto kao pravila o korelaciji za koja se kaže da prenose značenje iz bazičnog rječnika u teorijske termine, bili nosilac empirijskog sadržaja. Pored toga, nikakva konjunkcija posebnih simboličkih oblika ne bi iscrpila ono što se može s pravom reći da članovi znanstvene zajednice znaju o tome kako primjenjivati simboličke generalizacije. Suočeni s nekim novim problemom, oni se često mogu složiti oko posebne simboličke formule primjerene njemu čak i ako nijedan od njih nije nikada ranije vidio taj posebni simbolički izraz.

Od svakog se prikaza spoznajnog aparata znanstvene zajednice može logično tražiti da nam kaže nešto o načinu na koji članovi grupe, prije *izravno* relevantnog empirijskog svjedočanstva, izabiru specijalni formalizam primjeren određenom problemu, a osobito jednom novom problemu. Jasno je da je to jedna od temeljnih funkcija kojima služi znanstveno znanje. Ono to, dakako, ne čini uvijek ispravno; ima prostora, zapravo i potrebe, za empirijske provjere specijalnog formalizma predloženog za novi problem. Deduktivni koraci i usporedba njihovih konačnih produkata s eksperimentom ostaju jedan od preduvjeta znanosti. Ali specijalni formalizmi redovno se prihvaćaju kao plauzibilni ili odbacuju kao neplauzibilni prije eksperimenta. Povrh toga, sa značajnom učestalošću sudovi zajednice pokazuju se ispravni. Stoga smišljanje jednog specijalnog formalizma, nove verzije formalizacije, ne može biti sasvim poput iznalaženja jedne nove teorije. Između ostalog, ono se prvo može naučiti, dok se iznalaženje teorija ne može. To je ono čemu su prvenstveno namijenjeni problemi na kraju poglavlja u tekstovima o znanostima. Što može biti to što studenti uče dok ih rješavaju?

Tom je pitanju posvećen najveći dio ostatka ovog članka, ali ja ću mu pristupiti indirektno postavljajući najprije jedno običnije pitanje: kako učenjaci dovode simboličke izraze u odnos s prirodom? To su zapravo dva pitanja u jednom, jer može se pitati bilo o specijalnoj simboličkoj generalizaciji smišljenoj za određenu eksperimentalnu situaciju bilo o pojedinačnoj simboličkoj konzekvenci te generalizacije deduciranoj radi usporedbe s eksperimentom. Za našu svrhu možemo tretirati ta dva pitanja kao jedno. U znanstvenoj praksi na njih se također obično odgovara zajedno.

Otkako je napuštena nada u jezik osjetilnih podataka, uobičajeni je odgovor na to pitanje bio pomoću pravila korespon-

dencije. Obično se uzimalo da su ona ili operacionalne definicije znanstvenih termina ili pak skup nužnih i dovoljnih uvjeta za primjenjivost tih termina[11]. Osobno ne sumnjam da bi ispitivanje znanstvene zajednice iznijelo na vidjelo brojna takva pravila zajednička njezinim članovima. Vjerojatno bi nekoliko drugih moglo biti legitimno izvedeno iz pažljiva promatranja njihova ponašanja. Ali iz razloga koje sam naveo drugdje i na koje ću ukratko skrenuti pažnju niže u tekstu doista sumnjam da bi pravila korespondencije, otkrivena na taj način, bila i približno dovoljna brojem i snagom da objasne stvarne korelacije između formalizma i eksperimenta što ih redovno i bez problema uspostavljaju članovi grupe[12]. Ako filozof želi adekvatan korpus pravila korespondencije, on će morati do većine od njih sam doći[13].

[11] Otkako je ovaj članak bio pročitan, uvidio sam da izostavljanje dvaju pitanja spomenutih u prethodnom odlomku uvodi moguć izvor zbrke na ovome mjestu i niže u tekstu. U normalnoj filozofskoj upotrebi pravila korespondencije povezuju riječi samo s drugim riječima a ne s prirodom. Tako teorijski termini stječu značenje preko pravila korespondencije koja ih dovode u vezu s prethodno smislenim bazičnim rječnikom. Samo je ovaj potonji u direktnoj vezi s prirodom. Dio mog argumenta usmjeren je prema tom standardnom gledištu i zato ne bi smio stvarati probleme. Distinkcija između teorijskog i bazičnog rječnika neće zadovoljavati u svom sadašnjem obliku, jer se za mnoge teorijske termine može pokazati da su u vezi s prirodom na isti način, bio on koji mu drago, kao bazični termini. Ali ja sam pored toga zainteresiran da istražim kako bi mogla funkcionirati „direktna veza teorijskog ili bazičnog rječnika. U tom postupku napadam često implicitnu pretpostavku da svatko tko zna kako se ispravno upotrebljava bazični termin ima pristupa, svjesna ili nesvjesna, skupu kriterija koji definiraju taj termin ili daju nužne i dovoljne uvjete koji upravljaju njegovom primjenom. Za taj modus povezivanja pomoću kriterija ovdje također upotrebljavam termin „pravila korespondencije" i to narušava normalnu upotrebu. Isprika za to proširenje moje je uvjerenje da izričito oslanjanje na pravila korespondencije i implicitno oslanjanje na kriterije uvode istu proceduru i krivo usmjeravaju pažnju na isti način. Oba čine da upotreba jezika izgleda kao da je stvar konvencije više nego što ona to jest. Kao rezultat ona prikrivaju mjeru u kojoj čovjek koji usvaja bilo svakodnevni bilo znanstveni jezik istovremeno uči stvari o prirodi koje nisu same utjelovljene u verbalnim generalizacijama.

[12] Vidi *Strukturu naučnih revolucija*, str. 89—98.

[13] Neobično je, mislim, kako su malo pažnje filozofi znanosti posvetili vezi jezik-priroda. Sigurno, epistemička snaga pothvata formalistā ovisi o mogućnosti da je se učini neproblematičnom. Smatram da je jedan od razloga za to zanemarivanje propust da se uoči koliko je bilo izgubljeno s epistemološkog stanovišta u prijelazu s jezika osjetilnih podataka na bazični rječnik. Dok se prvi činio mogućim, definicije i pravila korespondencije nisu zahtijevali posebnu pažnju. „Zelena mrlja ondje" teško da je trebala daljnje operacionalne specifikacije; međutim, „benzol vrije na 80°C" veoma je različita vrsta iskaza. Osim toga, kao što ću ukazati niže u tekstu, formalisti su često

Gotovo sigurno, to je posao što ga on može obaviti. Ispitujući sabrane primjere prošle prakse zajednice, filozof može s dobrim razlogom očekivati da će uspjeti konstruirati skup pravila korespondencije prikladan da zajedno s poznatim simboličkim generalizacijama dade objašnjenje za sve njih. Vrlo je vjerojatno da bi on bio sposoban da konstruira nekoliko alternativnih skupova. Pa ipak, treba da bude izuzetno oprezan u pogledu opisivanja bilo kojega od njih kao rekonstrukcije pravila kojih se pridržava proučavana zajednica. Premda bi svaki od njegovih skupova pravila bio ekvivalentan s obzirom na prošlu praksu zajednice, oni ne moraju biti ekvivalentni kad se primijene na prvi slijedeći problem s kojim se ta disciplina suoči. U tom smislu oni bi bili rekonstrukcije ponešto drukčijih teorija od kojih nijedna ne mora biti ona koje se grupa pridržava. Ponašajući se kao učenjak, filozof bi lako mogao unaprijediti teoriju grupe, ali kao filozof on je ne bi proanalizirao.

Pretpostavimo, na primjer, da filozofa zanima Ohmov zakon $I = V/R$ i da on zna da članovi grupe koju proučava mjere voltažu elektrometrom a struju galvanometrom. Tražeći pravilo korespondencije za otpor, on može odabrati kvocijent voltaže podijeljene strujom, u kojem slučaju Ohmov zakon postaje tautologija. Ili može umjesto toga izabrati da stavi u korelaciju vrijednost otpora s rezultatima mjerenja na Wheatstoneskom mostu, u kojem slučaju Ohmov zakon pruža informaciju o prirodi. Za prošlu praksu te dvije rekonstrukcije mogu biti ekvivalentne, ali one neće diktirati isto buduće ponašanje. Zamislite napose da jedan osobito vješt eksperimentator u zajednici primjenjuje voltažu višu od bilo koje ranije ostvarene i da otkrije da se kod visoke voltaže postupno mijenja omjer voltaže i struje. Prema drugoj rekonstrukciji, onoj s Wheatstoneskim mostom, on je otkrio da pri visokoj voltaži dolazi do odstupanja od Ohmova zakona. Po prvoj rekonstrukciji, međutim, Ohmov je zakon tautologija i odstupanja od njega su

poistovjećivali zadatak *unapređivanja* jasnoće i strukture formalnih elemenata neke znanstvene teorije s posve različitim poslom *analiziranja* znanstvenog znanja, a samo ovaj potonji pokreće probleme koji nas trenutno zanimaju. Hamilton je iznio bolju formulaciju newtonovske mehanike od Newtona i filozof se može ponadati da će postići daljnja unapređenja daljnjom formalizacijom. Ali ne smije unaprijed pretpostaviti da će završiti s istom teorijom s kojom je započeo niti da se formalni elementi jedne ili druge verzije teorije podudaraju sa samom teorijom. Za tipičan primjer pretpostavke da je usavršeni formalizam *ipso facto* prikaz znanja razvijena od zajednice koja se služi formalizmom koji treba poboljšati vidi Patrick Suppes, „The Desirability of Formalization in Science", *Journal of Philosophy* 65, 1968., str. 651—64.

nezamisliva. Ono što je eksperimentator otkrio nije odstupanje od zakona nego prije to da se otpor mijenja s voltažom. Te dvije rekonstrukcije vode do različitih lokalizacija teškoće i do različitih obrazaca istraživanja koje će slijediti[14].

Ništa u prethodnom raspravljanju ne dokazuje da ne postoji skup pravila korespondencije prikladan da objasni ponašanje proučavane zajednice. Negativan stav te vrste teško da se može dokazati. Ali rasprava nas može dovesti do toga da uzmemo nešto ozbiljnije neke aspekte znanstvene izobrazbe i ponašanja koje su filozofi često uspijevali ignorirati. Vrlo se malo pravila korespondencije može naći u tekstovima ili predavanjima o znanosti. Kako su ih članovi znanstvene zajednice mogli steći dovoljan broj? Vrijedno je također uočiti da učenjaci, kad filozof od njih zatraži da iznesu takva pravila, redovito poriču njihovu relevantnost i pri tom ponekad postaju neobično nerazgovijetni. Kad uopće surađuju, pravila što ih iznose mogu varirati od jednog člana zajednice do drugog i sva mogu biti manjkava. Čovjek se počinje pitati da li se u praksi zajednice upotrebljava više od nekoliko takvih pravila, ne postoji li neki alternativni način na koji učenjaci svoje simboličke izraze stavljaju u korelaciju s prirodom.

Ključ pruža fenomen dobro poznat i studentima i povjesničarima znanosti. Budući da sam bio oboje, govorit ću iz iskustva. Studenti fizike redovno izvješćuju da su pročitali poglavlje svog teksta, savršeno ga razumjeli, ali da su unatoč tome imali teškoće pri rješavanju problema na kraju poglavlja. Gotovo bez izuzetka njihove su teškoće u postavljanju primjerenih jednadžbi, u povezivanju riječi i primjera navedenih u tekstu s određenim problemima čije se rješenje traži. Također, teškoće redovno nestaju na isti način. Student otkriva način da svoj problem vidi kao sličan problemu s kojim se već susreo. Kad se jednom uočila ta sličnost ili analogija, preostaju još samo tehničke poteškoće.

Isti se obrazac jasno pokazuje u povijesti znanosti. Znanstvenici modeliraju jedno rješenje problema prema drugome često uz samo minimalno pribjegavanje simboličkim generali-

---

[14] Manje artificijelan primjer tražio bi istovremeno baratanje s nekoliko simboličkih generalizacija i tako bi zahtijevao više prostora nego što ga ovdje imam na raspolaganju. Ali nije teško naći povijesne primjere koji pokazuju različite efekte generalizacija koje su bile smatrane zakonima i definicijama (vidi raspravu o Daltonu i o sporu između Prousta i Bertholleta u *Strukturi naučnih revolucija*, str. 254—260), a niti navedeni primjer nije bez povijesne osnove. Ohm je doista mjerio otpor dijeleći voltažu strujom. Tako je njegov zakon pružao dio definicije otpora. Jedan od razloga zašto se pokazalo tako upadljivo teškim njegovo prihvaćanje (zanemarivanje Ohma jedan je od najglasovitijih primjera otpora inovaciji što ga pruža povijest znanosti) jest

zacijama. Galileo je otkrio da lopta koja se kotrlja niz kosinu dobiva upravo dovoljno brzine da je vrati do iste vertikalne visine na drugoj kosini ma kojeg nagiba i naučio je da vidi tu eksperimentalnu situaciju kao sličnu onoj njihala s točkom mase kao utegom. Onda je Huygens riješio problem centra oscilacije fizičkog njihala zamišljajući da je izduljeno tijelo ovog potonjeg sastavljeno od galilejevskih točkastih njihala veze između kojih mogu biti trenutno prekinute u svakoj točki njihanja. Pošto bi veze bile prekinute, individualna točkasta njihala slobodno bi se njihala, ali njihovo težište, poput onoga kod Galilejeva njihala, dizalo bi se samo do visine s koje je težište izduljenog njihala počelo padati. Konačno je Daniel Bernoulli, još uvijek bez ikakve pomoći od Newtonovih zakona, otkrio kako da učini da struja vode iz otvora skladišnog rezervoara nalikuje Huygensovu njihalu. Odredite spuštanje težište vode u rezervoaru i mlaz u toku jednog infinitezimalnog vremenskog intervala. Zatim zamislite da se svaka čestica vode potom zasebno kreće nagore do maksimalne visine koju može postići brzinom što ju je posjedovala na kraju intervala spuštanja. Uspinjanje težišta različitih čestica mora tada biti jednako spuštanju težišta vode u rezervoaru i mlazu. Kada se problem promatrao s toga gledišta, odmah je proizašla dugo tražena brzina izljeva[15].

Budući da mi nedostaje vremena da uvećan broj primjera, iznosim mišljenje da stečena sposobnost uočavanja sličnosti između na izgled disparatnih problema igra u znanostima značajan dio uloge koja se obično pripisuje pravilima korespon-

---

to što je on bio nespojiv s pojmom otpora koji je prethodio Ohmovu radu. Upravo zato što je zahtijevalo redefiniciju pojmova o elektricitetu, usvajanje Ohmova zakona proizvelo je revoluciju u teoriji o elektricitetu. (Za dio te pripovijesti vidi T. M. Brown, „The Electric Current in Early Nineteenth-Century Electricity", *Historical Studies in the Physical Sciences* 1, 1969, str. 61—103, i M. L. Schagrin, „Resistance to Ohm's Law", *American Journal of Physics* 31, 1963, str. 536—47). Čini mi se da se sasvim općenito znanstvene revolucije mogu razlikovati od normalnih znanstvenih napredaka po tome što one prve, nasuprot drugima, zahtijevaju modifikaciju generalizacija koje su prije bile smatrane kvazi-analitičkima. Da li je Einstein otkrio relativnost istovremenosti ili je uništio prethodnu tautološku implikaciju tog termina?

[15] Na primjer, vidi René Dugas, *A History of Mechanics*, prev. J. R. Maddox, Neuchâtel, Éditions du Griffon and New York, Central Book Co., 1955, str. 135—36, 186—93, i Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum* Strasbourg J. R. Dulseckeri, 1738, odjeljak 3. Za razmjer u kojem je mehanika napredovala u toku prve polovice osamnaestog stoljeća modelirajući jedno rješenje problema prema drugome vidi Clifford Truesdell, „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*", *Texas Quarterly* 10, 1967, str. 238—58.

dencije. Kad se jednom uoči da je novi problem analogan ranije riješenu problemu, proizlaze i primjereni formalizam i nov način dovođenja u vezu njegovih simboličkih konzekvenci s prirodom. Pošto je uočio te sličnosti, čovjek naprosto upotrebljava veze koje su se ranije pokazale efikasnima. Ta je sposobnost prepoznavanja grupno ovjerenih sličnosti, mislim, glavna stvar koju studenti stječu rješavajući probleme bilo s olovkom i papirom bilo u dobro opremljenu laboratoriju. U toku njihove izobrazbe ogroman broj takvih vježbi postavlja se pred njih i studenti koji specijaliziraju istu struku redovno rade gotovo iste vježbe, na primjer kosina, čunjasto njihalo, Keplerove elipse itd. Ti su konkretni problemi skupa sa svojim rješenjima ono na što sam ranije mislio kad sam govorio o uzrocima, standardnim primjerima zajednice. Oni sačinjavaju treću glavnu vrstu spoznajne komponente disciplinarne matrice i ilustriraju drugu glavnu funkciju termina „paradigma" u *Strukturi naučnih revolucija*[16]. Usvajanje jednog arsenala uzoraka upravo koliko i učenje simboličkih generalizacija integralan je dio procesa kojim student stječe pristup spoznajnim dostignućima svoje disciplinarne grupe[17]. Bez uzoraka on ne bi nikada naučio mnogo od onoga što grupa zna o takvim fundamentalnim pojmovima poput sile i polja, elementa i spoja ili jezgre i stanice.

Pokušat ću malo kasnije pomoću jednostavna primjera razložiti pojam naučene veze po sličnosti, stečene percepcije analogije. Ali najprije zaoštrimo problem na koji će to razlaganje ciljati. Notorna je istina da je sve slično svemu drugome a također različito od svega drugoga. Obično kažemo, to zavisi o kriterijima. Čovjeku koji govori o sličnosti ili o analogiji stoga odmah postavljamo pitanje: slično s obzirom na što? U ovom slučaju, međutim, to je upravo ono pitanje koje se ne

---

[16] Naravno, značenje „paradigme" kao standardnog primjera bilo je ono što me izvorno dovelo do toga da odaberem taj termin. Na žalost, većina čitalaca *Strukture naučnih revolucija* nije shvatila ono što je za mene bila njegova centralna funkcija i oni upotrebljavaju „paradigmu" u značenju blisku onome za koje ja sada predlažem „disciplinarnu matricu". Ne vidim da ima mnogo izgleda da vratim paradigmu" njezinoj izvornoj upotrebi, jedinoj koja je filološki uopće primjerena.

[17] Obratite pažnju na to da su uzorci (a također i modeli) daleko djelotvornije determinante podstrukture zajednice od simboličkih generalizacija. Mnoge znanstvene zajednice dijele, na primjer, Schrödingerovu jednadžbu i njihovi se članovi shodno tome susreću s tom formulom rano u svom znanstvenom obrazovanju. Ali kako se nastavlja izobrazba prema, recimo, fizici čvrstog stanja s jedne strane i teoriji polja s druge, uzorci što ih oni susreću razilaze se. Prema tome, može se reći da oni jednoznačno dijele samo neinterpretiranu Schrödingerovu jednadžbu a ne interpretiranu.

smije postavljati, jer bi nam odgovor odmah donio pravila korespondencije. Učenje uzoraka ne bi studente učilo ničemu što takva pravila, u obliku kriterija sličnosti, ne bi mogla jednako dobro postići. Rješavanje problema tada bi bilo puka vježba u primjenjivanju pravila i ne bi bilo potrebno govoriti o sličnosti.

Međutim, kako sam već dokazivao, rješavanje problema nije nalik na to. U mnogo većoj mjeri ono nalikuje dječjoj zagonetki u kojoj se traži da se nađu životinjski likovi ili lica skriveni u crtežu grmlja ili oblaka. Dijete traži oblike koji su nalik na one u životinja ili lica koje ono poznaje. Kad se jednom pronađu, oni se ne povlače ponovno u pozadinu jer se djetetov način gledanja slike promijenio. Na isti način student znanosti, suočen s problemom, nastoji da ga vidi kao jedan ili više egzemplarnih problema s kojima se ranije susreo. Gdje postoje pravila da ga vode, on se, naravno, njima služi. Ali njegov je temeljni kriterij percipiranje sličnosti koje i logički i psihološki prethodi ma kojemu od brojnih kriterija kojima bi se mogla izvršiti ista identifikacija sličnosti. Pošto je sličnost bila uočena, može se pitati za kriterije i tada se to često isplati učiniti. Ali nije nužno. Mentalni ili vizualni skup dobiven pri učenju kako da se dva problema vide kao slični može se izravno primijeniti. Sada želim dokazati da pod odgovarajućim okolnostima postoji način za obradu podataka u skupove po sličnosti koji ne ovisi o prethodnom odgovoru na pitanje: „Slično s obzirom na što?"

Moj argument započinje kratkom digresijom o terminu „podaci". Lingvistički, on potječe od „datosti". Filozofski, iz razloga duboko ukorijenjenih u povijest epistemologije, on izdvaja minimalne čvrste elemente što ih pribavljaju naša osjetila. Premda mi više nemamo nade u stvaranje jednog jezika osjetilnih podataka, izrazi kao „zeleno ondje", „trokut ovdje" ili „vruće tamo dolje" i dalje označavaju naše paradigme za podatak, iskustvenu datost. U više nego jednom pogledu oni treba da igraju tu ulogu. Mi nemamo pristupa iskustvenim elementima minimalnijima od tih. Kad god svjesno obrađujemo podatke bilo da identificiramo neki predmet, otkrijemo zakon ili smislimo teoriju, mi nužno baratamo osjetima te vrste ili njihovim spojevima. Pa ipak, s druge točke gledišta, osjeti i njihovi elementi nisu datost. Gledano više teorijski nego iskustveno, taj naziv prije pripada podražajima. Premda imamo pristup do njih samo neizravno, putem znanstvene teorije, podražaji a ne osjeti jesu ono što djeluje na nas kao organizme. Golema količina živčane obrade odigrava se između našeg primitka podražaja i osjetilnog odgovora koji je naš podatak.

Ništa od toga ne bi bilo vrijedno spomena da je Descartes bio u pravu kad je postulirao korespondenciju između podražaja i osjeta. Ali znamo da ništa takvo ne postoji. Percepcija neke dane boje može biti izazvana beskrajnim brojem različito kombiniranih valnih dužina. Obrnuto, neki dani podražaj može izazvati razne osjete, sliku patke kod jednoga a sliku zeca kod drugoga. A niti su takve reakcije potpuno urođene. Čovjek može naučiti razlikovati boje ili slike koje nije mogao razlikovati prije učenja. U nekoj mjeri, ali se još ne zna koliko, proizvodnja podataka iz podražaja naučen je postupak. Poslije procesa učenja isti podražaj izaziva različit podatak. Zaključujem da podaci, premda su minimalni elementi našeg individualnog iskustva, moraju biti zajedničke reakcije na dani podražaj samo unutar članstva relativno homogene, obrazovne, znanstvene ili lingvističke zajednice[18].

Vratimo se sad mojem glavnom argumentu, ali ne znanstvenim primjerima. Oni se neizbježno pokazuju previše složeni. Umjesto toga, tražim da zamislite maleno dijete u šetnji zoološkim vrtom sa svojim ocem. Dijete je prethodno naučilo razlikovati ptice i prepoznavati crvendaća. U toku popodneva o kojem je riječ ono će po prvi put naučiti da prepozna labudove, guske i patke. Svatko tko je podučavao dijete pod tim okolnostima zna da je primarno pedagoško oruđe pokazivanje. Izrazi kao „Svi su labudovi bijeli" mogu igrati neku ulogu, ali ne moraju. Ja ću ih za trenutak izostaviti iz razmatranja, jer mi je cilj da izdvojim drukčiji način učenja u njegovoj najčišćoj formi. Tada se Johnnyjevo obrazovanje odvija ovako. Otac upire prstom u pticu i kaže: „Gle, Johnny, eno labuda". Iza kratka vremena Johnny sam upire prstom u pticu i kaže: „Tata, još jedan labud". On, međutim, još nije naučio što su labudovi i treba ga ispraviti: „Ne, Johnny, to je guska". Johnnyjeva slijedeća identifikacija labuda pokazuje se ispravnom, ali njegova je slijedeća „guska" zapravo patka i on opet biva ispravljen. Poslije još nekoliko takvih susreta, od kojih je svaki praćen odgovarajućim ispravljanjem ili potkrepljenjem, Johnnyjeva je sposobnost identificiranja vodenih ptica isto tako velika kao i u njegova oca. Poučavanje je brzo dovršeno.

---

[18] U *Strukturi naučnih revolucija*, osobito u glavi 10, opetovano inzistiram na tome da članovi različitih znanstvenih zajednica žive u različitim svjetovima i da znanstvene revolucije mijenjaju svijet u kojem učenjak radi. Želio bih sada reći da isti podražaji članovima različitih zajednica pružaju različite podatke. Obratite, međutim, pažnju na to da ta promjena ne čini neprimjerenim izraze kao što je „drugi svijet". Dani svijet, bio on svakodnevni ili znanstveni, nije svijet podražaja.

Sad pitam što se zbilo s Johnnyjem i zalažem se za plauzibilnost slijedećeg odgovora. U toku tog popodneva dio živčanog mehanizma kojim on obrađuje vizualne podražaje reprogramiran je i promijenili su se podaci što ih Johnny prima od podražaja koji bi ranije svi prizvali „pticu". Kad je on započeo svoju šetnju, živčani je program naglašavao razlike između individualnih labudova isto toliko koliko i one između labudova i gusaka. Pri kraju šetnje obilježja poput duljine i savijenosti labudjeg vrata bile su naglašene a druge su bile potisnute tako da podaci o labudu postanu slični jedan drugome a različiti od podataka o guski i o patki onako kako se ranije nisu razlikovali. Ptice koje su ranije sve izgledale slično (a također i različito) sad su grupirane u zasebne skupine u perceptivnom prostoru.

Proces te vrste može se lako simulirati na kompjutoru; ja sâm u ranim sam fazama jednog takvog eksperimenta. U stroj se pohrani podražaj u obliku niza od *n* uređenih znamenki. Ondje se on transformira u podatak primjenom prethodno odabrane transformacije svake od *n* znamenki pri čemu se različita transformacija primjenjuje na svaki položaj u nizu. Svaki tako dobiveni podatak predstavlja niz od *n* brojeva, položaj u onome što ću nazvati *n*-dimenzionalnim kvalitativnim prostorom. U tom prostoru razdaljina između dva podatka, mjerena euklidskom ili odgovarajućom neeuklidskom metrikom, predstavlja njihovu sličnost. Koji se podražaji transformiraju u slične ili bliske podatke zavisi, dakako, o izboru transformacijskih funkcija. Različiti skupovi funkcija proizvode različite skupine podataka, različite obrasce sličnosti i različitosti u perceptivnom prostoru. Ali transformacijske funkcije nije morao načiniti čovjek. Ako mašina bude podvrgnuta podražajima koji se mogu grupirati u skupine i ako dobije informaciju koje podražaje treba staviti u iste skupine a koje u različite, ona može sama smisliti primjeren skup transformacijskih funkcija. Obratite pažnju na to da su oba uvjeta bitna. Ne mogu svi podražaji biti transformirani tako da tvore skupine podataka. Čak i kad mogu, mašini kao i djetetu najprije treba reći koji pripadaju zajedno a koji ne. Johnny nije sam otkrio da postoje labudovi, guske i patke. Zapravo, on je to bio naučen.

Ako sad predstavimo Johnnyjev perceptivni prostor dvodimenzionalnim dijagramom, proces koji je on prošao prilično je nalik na prijelaz od slike 1 ka slici 2[19]. Na prvoj su patke, guske i labudovi ispremiještani. Na drugoj, oni su se grupirali

---

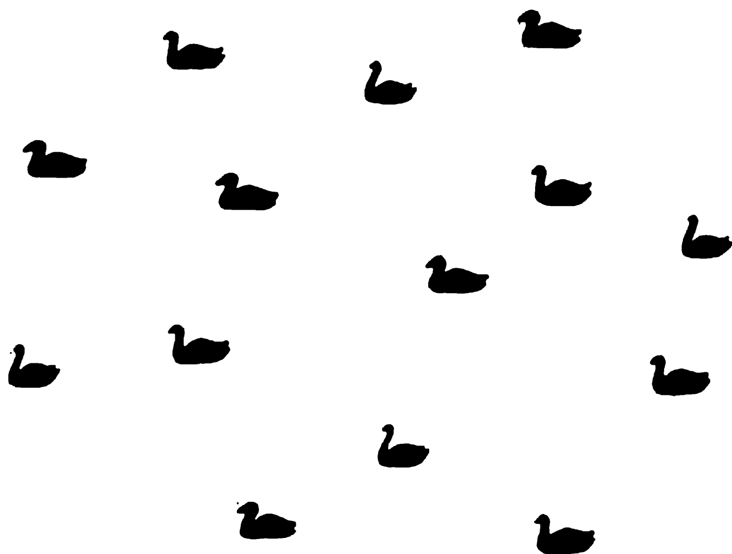
[19] Za crteže zahvalan sam i peru i strpljivosti Sare Kuhn.

u zasebne skupove sa znatnim razdaljinama između sebe[20]. Budući da mu je, u stvari, njegov otac rekao da su patke, guske i labudovi članovi zasebnih prirodnih porodica, Johnny je potpuno u pravu da očekuje da će se sve budu e patke, guske i labudovi svrstati u jednu od tih porodica, ili na njezin rub, i da se on neće susresti ni s jednim podatkom koji pada u prostor na pola puta između njih. To očekivanje može biti iznevjereno, možda za vrijeme posjeta Australiji. Ali ono će mu dobro služiti dok ostane član zajednice koja je na temelju iskustva otkrila korisnost i održivost tih posebnih perceptivnih razlikovanja i koja je prenijela sposobnost pravljenja takvih razlikovanja od jedne generacije na drugu.

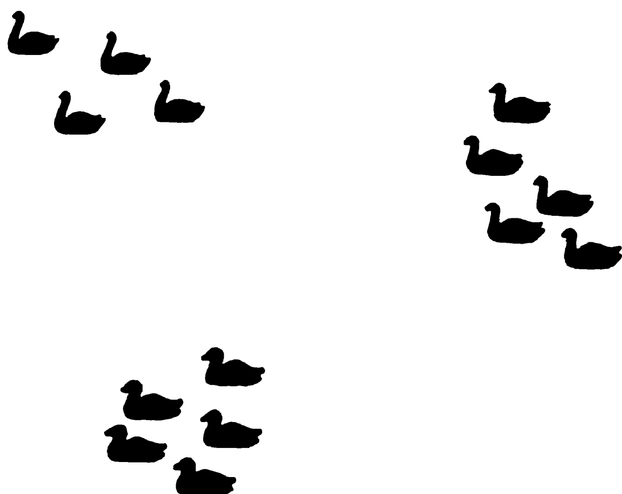
Time što je programiran da prepoznaje ono što njegova buduća zajednica već zna Johnny je stekao važnu informaciju. Naučio je da guske, patke i labudovi tvore zasebne prirodne porodice i da priroda ne daje primjera za labudo-gusku ili gusko-patku. Neke kvalitativne konstelacije idu zajedno, druge se uopće ne mogu naći. Ako kvalitete u njegovim skupinama uključuju agresivnost, njegovo popodne u parku moglo je imati pored svakodnevnih zooloških funkcija i takve koje se tiču ponašanja. Guske, za razliku od labudova i pataka, psiču i grizu. Tako je ono što je Johnny naučio vrijedno znati. Ali zna li on što znače termini „guska“, „patka“ i „labud“? U svakom korisnom smislu da, jer on može te etikete primjenjivati jednoznačno i bez napora, izvlačeći zaključke o ponašanju iz njihove primjene bilo direktno bilo putem općih iskaza. U drugu ruku, on je sve to naučio a da nije stekao — ili bar morao steći — čak niti jedan kriterij za identificiranje labudova, gusaka ili pataka. On može pokazati na labuda i reći vam da u blizini mora biti voda, ali sasvim je moguće da ne bude u stanju da vam kaže što je labud.

Ukratko, Johnny je naučio da simboličke etikete primjenjuje na prirodu bez ičega nalik na definicije ili pravila korespondencije. U njihovu odsustvu on upotrebljava naučenu ali unatoč tome primitivnu percepciju sličnosti i različitosti. Dok je stjecao tu percepciju, on je naučio nešto o prirodi. To znanje se kasnije može ugraditi ne u generalizacije ili pravila, nego u sam odnos sličnosti. Da naglasim, ja uopće ne pretpostavljam da je Johnnyjeva tehnika jedina kojom se znanje stječe i pohranjuje. A ne mislim niti da je vjerojatno da se

[20] Niže u tekstu pokazat će se da sve što je posebno u toj metodi obrade podražaja zavisi o mogućnosti grupiranja podataka u skupine s praznim prostorom između njih. U odsutnosti prazna prostora nema alternative strategiji obrade koja se, zamišljena za svijet svih mogućih podataka, oslanja na definicije i pravila.



Slika 1

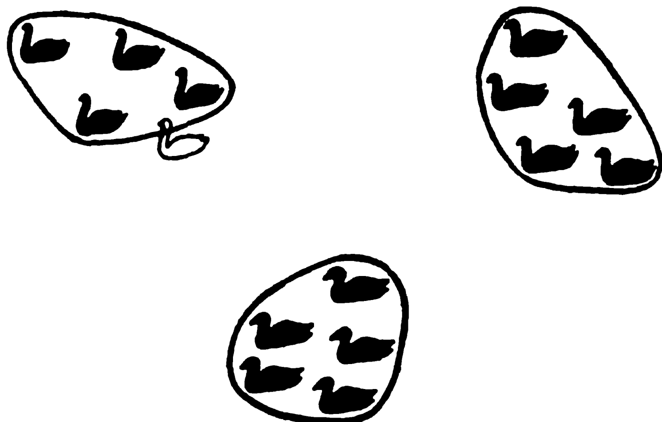


Slika 2

jako mnogo ljudskog znanja stječe i pohranjuje uz tako malo pribjegavanja verbalnim generalizacijama. Ali ja se zalažem za priznavanje integriteta spoznajnog procesa kakav je onaj upravo ocrtani. U kombinaciji s poznatijim procesima poput simboličke generalizacije i modeliranja on je, mislim, bitan za adekvatnu rekonstrukciju znanstvenog znanja.

Treba li da sada kažem da su labudovi, guske i patke s kojima se Johnny susreo za vrijeme svoje šetnje s ocem bili ono što sam ja nazivao uzorcima? Predstavljeni Johnnyju s pričvršćenim etiketama, oni su bili rješenje problema što su ga članovi njegove buduće zajednice već riješili. Njihovo je usvajanje dio postupka socijalizacije kojim Johnny postaje dio te zajednice i u toku kojega uči o svijetu koji zajednica nastava. Dakako, Johnny nije učenjak a ni ono što je on naučio još nije znanost. Ali on lako može postati učenjak i tehnika koju je upotrijebio u svojoj šetnji još će biti održiva. Da je on zaista upotrebljava bit će očevidno ako postane taksonomist. Herbariji, bez kojih nijedan botaničar ne može raditi, skladišta su za stručne uzorke i njihova se povijest podudara s poviješću discipline koju podupiru. Ali ista je tehnika, ako i u manje čistu obliku, bitna i za apstraktnije znanosti. Već sam dokazivao tezu da je usvajanje rješenja takvih problema kao što su kosina i čunjasto njihalo dio učenja o tome što je newtonovska fizika. Tek pošto je usvojio određen broj takvih problema, student ili stručnjak može preći na to da sam identificira druge newtonovske probleme. To je usvajanje problema, povrh toga, dio onoga što ga osposobljava da izdvoji sile, mase i ograničenja unutar novog problema i da napiše formalizam podesan za njegovo rješavanje. Unatoč svojoj pretjeranoj jednostavnosti, Johnnyjev slučaj treba da sugerira zašto ja i dalje ustrajavam na tvrdnji da zajednički primjeri imaju bitne spoznajne funkcije koje prethode specifikaciji kriterija s obzirom na koju su oni egzemplarni.

Zaključujem svoje dokazivanje vraćanjem na odlučujuće pitanje raspravljano ranije u vezi sa simboličkim generalizacijama. Ako pretpostavimo da učenjaci doista usvajaju i pohranjuju znanje u zajedničkim primjerima, treba li da se filozof bavi tim postupkom? Ne bi li on mogao, umjesto toga, proučavati primjere i izvoditi pravila korespondencije koja bi zajedno s formalnim elementima teorije učinila te primjere suvišnima? Na to pitanje ja sam već sugerirao slijedeći odgovor. Filozof je slobodan da primjere zamijeni pravilima i bar u principu može očekivati da će u tome uspjeti. U tom postupku, međutim, on će promijeniti prirodu znanja što ga zajednica posjeduje a iz kojeg su bili izvučeni njegovi primjeri. Ono što

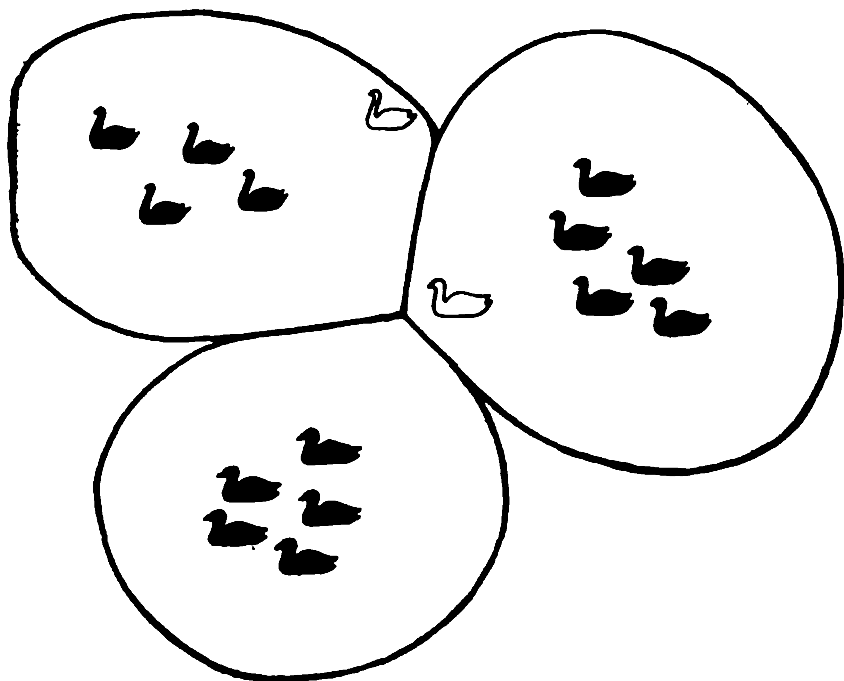


Slika 3

će on, u stvari, raditi bit će zamjena jednog sredstva obrade podataka drugim. Osim ako ne bude izvanredno pažljiv, on će time oslabiti spoznaju zajednice. Čak i ako bude postupao brižljivo, on će promijeniti prirodu budućih reakcija zajednice na neke elementarne podražaje.

Johnnyjevo obrazovanje, premda nije znanstveno obrazovanje, pribavlja novu vrstu svjedočanstva za te tvrdnje. Identificirati labudove, guske i patke pravilima korespondencije radije nego opaženom sličnošću, znači povući zatvorene krivulje koje se ne sijeku oko svake od skupina na slici 2. Ono što proizlazi jednostavan je Vennov dijagram koji prikazuje tri klase koje se ne preklapaju. Svi labudovi leže u jednoj, sve guske u drugoj i tako dalje. Gdje, međutim, treba povući te krivulje? Postoje beskonačne mogućnosti. Jedna je od njih ilustrirana na slici 3, gdje su granice povučene sasvim blizu ptičjim likovima u trima skupinama. Kad su jednom dane te granice, Johnny sad može reći što su kriteriji za članstvo u klasi labudova, gusaka ili pataka. U drugu ruku, njega bi mogla dovesti u nedoumicu prva sljedeća vodena ptica koju vidi. Ocrtani oblik na dijagramu očigledno je labud po kriteriju percipirane razdaljine, ali to nije niti labud, niti guska, niti patka po novouvedenim pravilima korespondencije za članstvo u klasi.

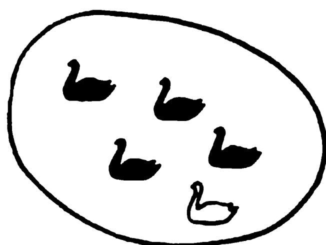
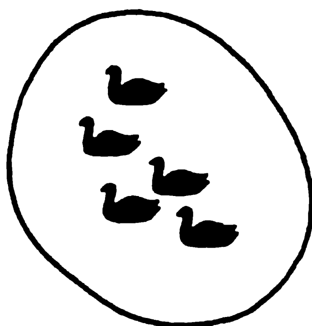
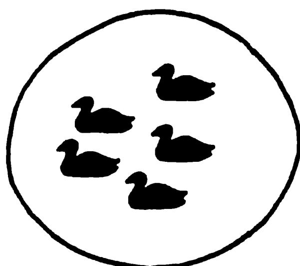
Stoga granice ne bi trebalo povući preblizu rubovima skupine uzoraka. Pođimo zato u drugu krajnost, slika 4, i povucimo granice koje iscrpljuju većinu relevantnih dijelova Johnnyjeva perceptivnog prostora. Pri tom izboru nijedna ptica



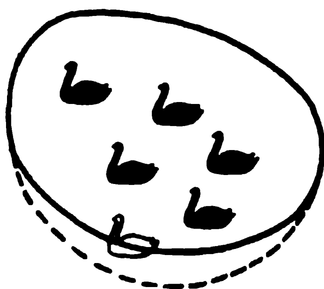
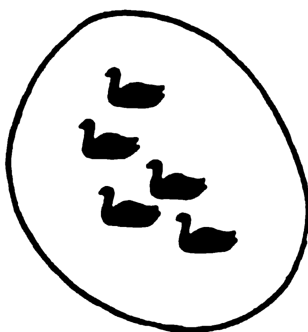
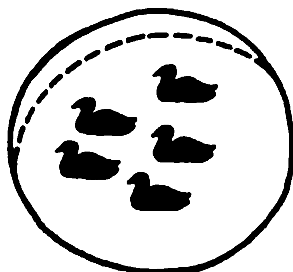
Slika 4

koja se pojavljuje blizu jedne od postojećih skupina neće predstavljati problem, ali izbjegavajući tu teškoću stvorili smo drugu. Johnny je znao da ne postoje labudo-guske. Nova rekonstrukcija *njegova znanja* lišava ga te informacije. Umjesto nje, ona ga opskrbljuje nečim za što je krajnje nevjerojatno da bi mu moglo trebati, imenom koje se primjenjuje na ptičji podatak duboko u nezaposjednutu prostoru između labudova i gusaka. Da nadomjestimo ono što je bilo izgubljeno možemo zamisliti da dodamo Johnnyjevu spoznajnom aparatu funkciju gustoće koja opisuje vjerojatnost njegova susretanja s labudom u raznim položajima unutar granice labudova skupa sa sličnim funkcijama za guske i patke. Ali izvorni kriterij sličnosti je te već pribavio. U biti, mi bismo se samo vratili mehanizmu obrade podataka koji smo kanili nadomjestiti.

Jasno je da niti jedna od ekstremnih tehnika povlačenja granica klasa ne zadovoljava. Kompromis naznačen na slici 5 očevidno je poboljšanje. Svaka ptica koja se pojavljuje blizu jedne od postojećih skupina njoj i pripada. Svaka ptica koja se

Slika 5.

Slika 6.

pojavljuje na pola puta između skupina nema imena, ali nije vjerojatno da bi ikada postojao takav podatak. S granicama klase poput tih Johnny bi trebao biti kadar da za neko vrijeme uspješno operira. Ipak, on nije ništa dobio zamjenom granica klase za njegov izvorni kriterij sličnosti a ponešto se i izgubilo. Treba li zadržati stratešku pogodnost tih granica, moglo bi biti potrebno mijenjati njihovu lokaciju kad god Johnny susretne novog labuda.

Slika 6 pokazuje što imam na umu. Johnny je susreo još jednog labuda. On leži, kao što i treba, u cijelosti unutar stare granice klase. Nije bilo problema identifikacije. Ali moglo bi ga biti slijedeći put ako se nove granice, ovdje naznačene isprekidanom crtom, ne povuku tako da vode računa o izmijenjenom obliku skupine labudova. Bez vanjskog prilagođavanja granice labudova prva slijedeća ptica na koju se naiđe, premda nedvojbeno labud po kriteriju sličnosti, može pasti na staru granicu, ili čak izvan nje. Bez istovremena povlačenja unutar granice pataka prazni prostor, za koji su Johnnyja njegovi iskusniji stariji uvjeravali da može biti očuvan, postao bi prekomjerno uzak. Ako je tako — ako, naime, svako novo iskustvo može zahtijevati prilagođavanje granica klase — čovjek lako može pitati da li je od Johnnyja bilo mudro što je dopustio filozofima da za njega povuku ma koje takve granice. Primitivni kriterij sličnosti što ga je prethodno bio stekao izašao bi nakraj sa svim tim slučajevima bez problema i bez neprekidna prilagođavanja. Postoji, siguran sam, nešto kao promjena značenja ili promjena u dosegu primjene termina. Ali samo misao da značenje ili primjenjivost ovisi o unaprijed određenim granicama mogla bi kod nas pobuditi želju da ovdje upotrebljavamo bilo koju takvu frazeologiju[21].

Da sada naglasim, ja ne sugeriram da nikada ne postoje valjani razlozi za povlačenje granica ili za usvajanje pravila korespondencije. Da je Johnnyju bio predstavljen niz ptica koji ispunjava prazan prostor između labudova i gusaka, on bi bio prisiljen da razriješi nastalu nepriliku crtom koja po definiciji razdvaja labudo-guščji kontinuum. Ili, kada bi postojali nezavisni razlozi za pretpostavku da je boja čvrst kriterij za identifikaciju vodenih ptica, Johnny bi se mudro mogao opredijeliti

---

[21] Iz istog razloga treba se ovdje suzdržati od izraza poput „neodređenost značenja" ili „otvorena tekstura pojmova". Oboje implicira jednu nesavršenost, nedostajanja nečega što bi se kasnije moglo pribaviti. To je značenje nesavršenosti, međutim, stvorila jedino norma koja traži da posjedujemo nužne i dovoljne uvjete za primjenjivost neke riječi ili izraza u svijetu svih mogućih podataka. U svijetu u kojem se neki podaci nikada ne pojavljuju takav je kriterij suvišan.

za generalizaciju: „Svi su labudovi bijeli"[22]. Ta bi strategija mogla uštedjeti dragocjeno vrijeme za obradu podataka. U svakom slučaju, generalizacija bi pribavila polaznu točku za logičku manipulaciju. Postoje odgovarajuće prilike za vra anje na dobro poznatu strategiju koja se oslanja na granice i pravila. Ali to nije jedina dostupna strategija bilo za obradu podražaja bilo za obradu podataka. Postoji alternativa, ona koja se temelji na onome što sam nazivao naučenom percepcijom sličnosti. Opažanje — bilo učenja jezika, znanstvena obrazovanja ili znanstvene prakse — navodi na zaključak da je ona, u stvari, u širokoj upotrebi. Njezinim ignoriranjem u epistemološkoj raspravi mogli bismo počiniti teško nasilje nad svojim razumijevanjem prirode znanja.

Vratimo se najzad terminu „paradigma". On je ušao u *Strukturu naučnih revolucija* zato što ja, autor i povjesničar knjige, kad sam razmatrao članstvo u znanstvenoj zajednici, nisam mogao pronaći dovoljno zajedničkih pravila da bih objasnio neproblematsko vođenje istraživanja u grupi. Zajednički primjeri uspješne prakse mogli bi, zaključio sam potom, pružiti ono što grupi nedostaje u pravilima. Ti su primjeri bili njezine paradigme i kao takve bitni su za njezino kontinuirano istraživanje. Na nesreću, doprijevši tako daleko, dopustio sam da se primjene termina prošire obuhvaćajući sva zajednička opredjeljenja grupe, čije sve komponente sada želim nazvati disciplinarnom matricom. Neizbježno, rezultat je bila zbrka i ona je zamaglila prvotne razloge za uvođenje specijalnog termina. Ali ti razlozi još stoje. Zajednički primjeri mogu služiti spoznajnim funkcijama koje se obično pripisuju zajedničkim pravilima. Kad oni to čine, znanje se razvija različito od načina kao kad njime upravljaju pravila. Ovaj je članak bio u prvome redu nastojanje da se izdvoje, razjasne i stave na svoje mjesto te bitne točke. Ako se one mogu uočiti, bit ćemo u stanju da se oslobodimo termina „paradigma", iako ne i pojma koji je doveo do njegova uvođenja.

---

[22] Obratite pažnju na to da bi Johnnyjevo opredjeljivanje za generalizaciju „Svi su labudovi bijeli" moglo biti opredjeljivanje ili za zakon o labudovima, ili za (djelomičnu) definiciju labudova. To jest, on može prihvatiti generalizaciju ili kao analitičku ili kao sintetičku. Kao što je bilo natuknuto gore u bilješci 14. ta se razlika može pokazati bitnom osobito ako Johnny slijedeći put susretne crnu vodenu pticu koja u ostalim aspektima posve nalikuje na labuda. Zakoni izvučeni izravno iz opažanja dadu se malo-pomalo popravljati, što s definicijama općenito nije moguće.

Larry Laudan

SAGLEDAVANJE NAUČNOG PROGRESA SA STANOVIŠTA REŠAVANJA PROBLEMA

ZAHTEVI. Proučavanja istorijskog razvitka nauke jasno su pokazala da bilo koji normativni model naučne racionalnosti, koji ima načina da pokaže da je nauka dobrim delom jedan racionalan poduhvat, mora voditi računa o izvesnim stalnim karakteristikama naučne promene. Da budem određen, iz postojećeg istorijskog svedočanstva možemo zaključiti da:

(1) Promene teorija su, obično, ne-kumulativne, tj. ni logički ni empirijski sadržaj (niti čak „potvrđene konsekvence") ranijih teorija nisu u celosti sačuvani kada su te teorije potisnute novijim.

(2) Teorije, obično, nisu odbačene prosto zato što imaju anomalije, niti su, obično, prihvaćene prosto zato što su empirijski potvrđene.

(3) Promene u, i rasprave o, naučnim teorijama često se okreću oko pojmovnih sporova pre nego o pitanjima empirijske potpore.

(4) Specifični i ‚lokalni' principi naučne racionalnosti koje naučnici koriste u procenjivanju teorija nisu utvrđeni za stalno, nego se značajno menjaju tokom razvoja nauke.

(5) Postoji širok spektar saznajnih stavova koje naučnici zauzimaju prema teorijama, uključujući prihvatanje, odbacivanje, napadanje, odobravanje itd. Bilo koja teorija o racionalnosti koja raspravlja samo o prihvatanju i odbacivanju neće biti kadra da se uhvati ukoštac sa većinom situacija s kojima se naučnici suočavaju.

(6) Postoji niz nivoa opštosti naučnih teorija, poređenih od zakonâ na jednom kraju do širokih pojmovnih okvira na drugom. Izgleda da principi proveravanja, upoređivanja i procenjivanja teorijâ značajno variraju od nivoa do nivoa.

(7) Imajući u vidu opštepoznate teškoće sa pojmovima „aproksimativne istine“ — i na semantičkom i na epistemološkom nivou — nije verovatno da će karakterizacije naučnog progresa koje evoluciju prema većoj istinolikosti vidi kao središnji cilj nauke, dopustiti da se nauka predstavi kao racionalna aktivnost.

(8) Koegzistencija rivalskih teorija je pre pravilo nego izuzetak, tako da je procenjivanje teorijâ prvenstveno stvar upoređivanja.

Izazov na koji je ovaj tekst upravljen glasi: da li može postojati jedna normativno održiva filozofija nauke koja nalazi mesta za većinu ili za sve ove osobine nauke *wie es eigentlich gewesen ist.*

Cilj nauke. Pitati da li naučno saznanje pokazuje saznajni progres znači pitati da li nas nauka vremenom dovodi bliže postignuću naših saznajnih ciljeva ili svrhâ. U zavisnosti od našeg izbora saznajnih ciljeva, jedan te isti vremenski sled teorijâ može biti progresivan ili ne-progresivan. Prema tome, ustanovljeni zadatak određivanja ciljeva nauke nešto je više od akademske vežbe. Kroz celu istoriju postojala je težnja da se ciljevi nauke okarakterišu pomoću takvih transcendentalnih svojstava kao što su istina ili apodiktička izvesnost. Gledano tako, proizlazi da je nauka neprogresivna, budući da mi očigledno nemamo načina da ustanovimo da li su naše teorije više istinolike ili izvesnije nego što su te ranije bile. Mi još uvek nemamo jedan zadovoljavajući semantički opis istinolikosti a kamoli neki epistemološki prikaz situacije u kojoj bi bilo legitimno presuditi da je jedna teorija približnije istinita od neke druge[1]. Samo ako nauci postavljamo ciljeve koji se u principu mogu dostići i koji su takvi da možemo reći da li ih dostižemo (ili se približavamo njihovom dostignuću), možemo se uopšte nadati da ćemo moći da tvrdimo nešto pozitivno o progresivnom karakteru nauke. Ima mnogo ne-transcendentnih imanentnih ciljeva kojima možemo pokušati da okarakterišemo nauku; možemo smatrati da nauka smera ka dobro-proverenim teorijama, teorijama koje predskazuju nove činjenice, teorijama koje „spašavaju fenomene“, ili teorijama koje imaju praktične primene. Moj vlastiti predlog, opštiji od ovih, jeste da je cilj nauke da obezbedi teorije sa visokom efikasnošću rešavanja

---

[1] Ni „istinolikost“ ni „aproksimativna istina“ nisu još dobili jedan formalno adekvatan opis. Raspravu nekih od akutnih teškoća sa kojima se suočavaju realističke epistemologije vidi u mom „A Confutation of Convergent Realism“, *Philosophy of Science*, proleće 1981.

problema. Iz ove perspektive *nauka napreduje samo u slučaju kada sukcesivne teorije rešavaju više problema nego njihove prethodnice.*

Prednost ovog predloga je dvostruka: (1) on pokriva mnogo onoga što je uvek bilo implicitno u raspravama o rastu nauke; i (2) on postavlja jedan cilj koji (za razliku od istine) nije intrinsično transcendentan i zbog toga zatvoren epistemološkom pristupu. Cilj našeg teksta je da detaljno prikaže ovaj predlog i da ispita neke od konsekvenci koje model naučnog progresa pomoću rešavanja problema ima za naše razumevanje naučnog poduhvata[2].

Vrste rešavanja problema: taksonomija. Uprkos među naučnicima i filozofima rasprostranjenom govorenju o rešavanju problema, ima malo slaganja o tome šta je sve problem, koje vrste problema postoje i šta sačinjava rešenje problema. Predlažem da počnemo time što ćemo razdvojiti *empirijske* od *pojmovnih* problema.

Na empirijskom nivou ja razlikujem potencijalne probleme, rešene probleme i anomalijske probleme. „Potencijalni problemi" sačinjavaju ono zašta pretpostavljamo da je slučaj, ali zašta, zasada, nema objašnjenja. „Rešeni" ili „aktualni" problemi su ona klasa pretpostavljeno srodnih tvrđenja o svetu koji su bili rešeni nekom od održivih teorijâ. „Anomalijski problemi" su aktualni problemi koje rešavaju rivalske teorije, ali koje teorija koja je u pitanju ne rešava. Značajno je napomenuti da, prema ovoj analizi, nerešeni ili potencijalni problemi ne moraju biti anomalije. Problem je anomalijski za neku teoriju samo ako taj problem rešava neka održiva rivalska teorija. Tako, *prima facie* opovrgavajući slučaj neke teorije *T ne mora da bude anomalijski problem (posebno ako ga* nijedna druga teorija nije rešila); a slučaj koji ne opovrgava T može ipak da bude anomalijski za T (ako ga T ne rešava a jedan od T-ovih rivala rešava.)

Pored empirijskih problema, teorije se mogu suočiti s *pojmovnim* problemima. Takvi problemi se, za neku teoriju T, javljaju u bilo kojoj od sledećih okolnosti:

---

[2] Ovaj tekst izlaže u shematskoj formi glavne crte modela koji naučne promene shvata kao rešavanje problema. Zbog ograničenosti prostora on se sastoji uglavnom više od skicâ argumenatâ nego od detaljnih argumenata. Oni naučni primeri koji moraju da budu razjašnjavalačka ilustracija i krajna provera svakog takvog modela, mogu se naći na drugom mestu, posebno u mojim radovima „Two Dogmas of Methodology", *Philosophy of Science* 43, 1976, str. 467—472 i *Progress and its Problems*, Berkeley & Los Angeles, University of California Press, 1977.

1. kada je T iznutra nekonzistentna ili kada su teorijski mehanizmi koje ona postulira dvosmisleni;

2. kada T iznosi pretpostavke o svetu koje protivreče drugim teorijama ili preovlađujućim metafizičkim pretpostavkama, ili kada T o svetu iznosi tvrđenja koja ne mogu biti opravdana preovlađujućim epistemološkim ili metodološkim učenjima;

3. kada T krši principe one tradicije istraživanja koje je i sama deo (o ovome će biti reči niže);

4. kada T ne uspeva da iskoristi pojmove drugih, opštijih teorija kojima ona treba da bude logički podređena. Pojmovni problemi, kao i anomalijski empirijski problemi, ukazuju na to što naše teorije mogu postići (tj. na njihove delimične nedostatke da služe svim funkcijama kojima smo ih namenili).

Dobar deo istorije filozofije nauke prožet je zategnutošću između koherentističkog i korespondističkog prikaza naučnog saznanja. Koherentisti naglašavaju potrebu za prikladnim tipovima pojmovnih veza među našim uverenjima, dok korespondisti ističu utemeljavanje verovanja u svetu. Svaki prikaz, što je tipično, čini samo minimalne ustupke onom drugom. (Korespondisti će, na primer, obično dopustiti da bi naše teorije trebale biti minimalno koherentne u smislu da budu konzistentne sa našim drugim uverenjima). Nijedna strana, međutim, nije voljna da prihvati da je jedan *širok sprektar* i empirijskih i pojmovnih provera od podjednakog značaja u proveravanju teorija. S druge strane, model po kome se progres sastoji u rešavanju problema, eksplicitno priznaje da su oba ova pristupa istovremeno prisutna. Empirijski problemi predstavljaju korespondistička, a pojmovni koherentistička, ograničenja koja postavljamo našim teorijama. Ova druga se pokazuju u zahtevu da pojmovne teškoće (o čijoj ćemo prirodi raspravljati kasnije) treba da budu svedene na najmanju meru; ona prva su sadržana u dvostrukom zahtevu da teorija treba da reši maksimalan broj empirijskih problema, izazivajući pri tom minimalan broj anomalija. Tamo gde je većina empirističkih i pragmatističkih filozofa pojmovnim činiocima u procenjivanju teorije dodelili podređenu ulogu (u suštini dopuštajući takvim činiocima da uđu u igru samo u izboru između teorija koje poseduju podjednaku empirijsku potporu), model pomoću rešavanja problema dokazuje da je eliminacija pojmovnih teškoćâ isto toliko sastavni deo progresa koliko i sve veća empirijska potpora. Zaista, po ovom modelu *moguće* je da i promena od jedne empirijski dobro potkrepljene teorije ka nekoj manje potkrepljenoj, bude progresivna, pod uslovom da ova poslednja razrešava značajne pojmovne teškoće s kojima se suočava ona prva.

Centralni položaj interesovanja za pojmove predstavlja ovde značajno odstupanje od ranijih empirističkih filozofa nauke. Mnogim tipovima pojmovnih teškoća sa kojima se teorije redovno suočavaju ti su filozofi u svojim modelima o naučnoj promeni dali malu ili nikakvu ulogu. Čak i oni kao što je Popper, koji je samo verbalno odao poštovanje heurističkoj ulozi metafizike u nauci, nisu ostavili prostora za racionalne konflikte između neke teorije i preovlađujućih gledišta o naučnoj metodologiji. Razlog je to što su oni pretpostavljali da su meta-naučni kriterijumi za procenjivanje, koje naučnici upotrebljavaju za procenu teorija, nepromenljivi i neosporni.

Zašto većina modela nauke pretrpi neuspeh na ovoj centralnoj raskrsnici? Procenjujući ranije razvitke, oni sasvim ispravno brižljivo obraćaju pažnju na to kakvo je svedočanstvo imao raniji naučnik i na njegova bitna uverenja o svetu, ali oni takođe pretpostavljaju, bez argumenata, da su se raniji naučnici držali naših gledanja na pravila o procenjivanju teorija. Iscrpno proučavanje ove stvari čini vidno jasnim da su se gledišta naučne zajednice o tome kako proveravati teorije i o tome šta se računa za svedočanstvo dramatično promenila u toku istorije. (Uporedi moj *Progress and its Problems.)* Ovo ne treba da nas iznenađuje, pošto smo mi isto tako u stanju da naučimo više o tome kako da se bavimo naukom, kao što smo u stanju da naučimo više o tome kako funkcioniše svet. Činjenica da su strategije procenjivanja koje su imali naučnici ranijih doba različite od naših strategija čini donkihotskom pretpostavku da možemo oceniti racionalnost njihove nauke kompletno ignorišući *njihova* gledišta o tome kako treba procenjivati teorije. Osim ako se ne pozivamo na Hegelovo „lukavstvo uma" ili Marxovu „iskrivljenu svest", anahrono je suditi o racionalnosti Arhimedovog, Newtonovog ili Einsteinovog dela, pitajući se da li je ono u skladu sa savremenom metodologijom Poppera ili Lakatosa. Gledišta ranijih naučnika na to kako treba procenjivati teorije moraju se uzeti u obzir prilikom prosuđivanja o tome koliko su racionalni bili ti naučnici kada su svoje teorije proveravali onako kako su ih proveravali. Model pomoću rešavanja problema uvodi takve činioce u igru uključivanjem pojmovnih problema, a jedna vrsta tih problema pojavljuje se kada se neka teorija kosi sa vladajućom epistemologijom. Modeli nauke koji u racionalni prikaz delatnosti i uverenja jednog naučnika ne uključuju i njegovu teoriju o svedočanstvu, nužno su nepotpuni.

Govorio sam o problemima, ali šta je sa rešenjima? U najjednostavnijim slučajevima teorija rešava *empirijski* problem kada ona za sobom povlači, zajedno sa odgovarajućim početnim i graničnim uslovima, iskaz o tom problemu. Teorija rešava ili eliminiše *pojmovni* problem kada ne pokazuje pojmovnu teškoću svoje prethodnice. Važno je naznačiti da, po ovom prikazu, *mnoge različite teorije mogu rešiti isti* (empirijski ili pojmovni) *problem*. Vrednost teorije zavisiće *inter alia* od toga koliko problema ona rešava. Za razliku od većine modela objašnjenja koji insistiraju na tome da teorija, u stvari, ne objašnjava ništa, osim ako to nije najbolja teorija (ili ako ne poseduje visok stepen potvrđenosti), pristup pomoću rešavanja problema dopušta da rešenje problema bude pripisano teoriji, nezavisno od toga koliko je dobro ta teorija zasnovana, sve dok ta teorija stoji u izvesnom formalnom odnosu prema (iskazu o) tom problemu. Neki od srodnih paradoksa potvrđivanja izbegavaju se dopunskim zahtevom da teorije moraju pojmovne teškoće svesti na najmanju meru; budući da standardne teorije o potpori ne ostavljaju prostora za dugačak niz gore ocrtanih koherentističkih razmatranja, njihovi deduktivistički modeli induktivne potpore vode mnogim zavrzlamama koje ovaj prilaz lako izbegava.

Progres bez kumulativnog zadržavanja. Gotovo svi modeli naučnog progresa i racionalnosti (sa izuzetkom izvesnih induktivnih logika koje imaju druge nedostatke) insistirali su na zadržavanju celokupnog sadržaja ili uspeha pri svakom prelasku na progresivniju teoriju. U skladu sa nekim dobro poznatim modelima, od ranijih teorija se zahtevalo da budu sadržane u kasnijim teorijama ili da budu njihovi granični slučajevi; dok se u drugim modelima od empirijskog sadržaja ili od potvrđenih konsekvenci ranijih teorija, zahtevalo da budu podskupovi sadržaja ili klasa konsekvenci novih teorija. Takvi modeli su privlačni zato što izbor između teorija čini prostim. Ako nova teorija može učiniti sve što je mogla i njena prethodica, i još mnogo toga pored, tada je, jasno, nova teorija superiornija. Na nesreću, istorija nas uči da teorije retko, ako ikad, stoje u ovom odnosu jedna prema drugoj, a savremena pojmovna analiza čak sugeriše da teorije nikako ne mogu ispoljiti takve odnose pod normalnim okolnostima[3].

Ono što se zahteva, ako hoćemo da sačuvamo pojam naučnog progresa, jeste prekidanje spone između kumulativnog za-

[3] Primeri takvih ne-kumulativnih promena su nabrojani u mom „Two Dogmas of Methodology". Pojmovni argument protiv mogućnosti kumulacije dat je u mom „A Confutation of Convergent Realism", *op. cit.* str. 145.

državanja i progresa, tako da se dopusti mogućnost progresa čak i kada, pored objašnjavalačkih dobitaka, postoje i gubici. Još određenije, mi moramo iznaći nekakav mehanizam za odmeravanje dobitaka nasuprot gubicima. Ovo je mnogo komplikovaniji posao od prostog kumulativnog zadržavanja, a mi ni blizu toga da imamo jedan njegov potpuno razvijen opis. Ali, konture takvog jednog opisa već se mogu opaziti. Analiza troškova i dobitaka je oruđe koje je razvijeno naročito da se izađe nakraj s takvom situacijom. U okviru modela pomoću rešavanja problema, takva analiza se odvija ovako: za svaku teoriju odrediti broj i težinu empirijskih problema za koje se zna da ih rešava; slično tome, odrediti broj i težinu njenih empirijskih anomalija; napokon, odrediti broj i središnji položaj njenih pojmovnih teškoća ili problema. Pošto konstruišemo prikladne skale, naš princip progresa nam kaže da dajemo prednost onoj teoriji koja se najviše približava tome da rešava najveći broj važnih empirijskih problema, izazivajući pri tom najmanji broj značajnih anomalija i pojmovnih problema.

Još nije jasno da li se detalji takvog modela mogu razraditi. Ali privlačnost opšteg programa trebalo bi da bude očigledna; jer ono što nam on u principu dozvoljava jeste da govorimo o racionalnim i progresivnim promenama teorija bez kumulativnog zadržavanja sadržaja. Tehničke smetnje sa kojima se takav jedan prikaz suočava su, naravno, ogromne. On pretpostavlja da se problemi mogu individualizovati i prebrojati. Kako da se to uradi — još nije sasvim jasno, ali bi u tom slučaju *svaka* teorija o empirijskoj potpori zahtevala od nas da možemo da identifikujemo i da individualizujemo sve potvrđujuće ili pobijajuće pojedinačne slučajeve koje naše teorije poseduju[4]. Još problematičnija je ideja o merenju važnosti rešenih i nerešenih problema. Razmatrao sam neke od činilaca koji utiču na merenje u spisu *Progress and Its Problems*, ali ne pretendujem na to da sam dao išta više od opštih crta jednog zadovoljavajućeg prikaza.

Spektar saznajnih modaliteta. Većina metodologija nauka je pretpostavila da su saznajna stanovišta koja naučnici prihvataju prema teorijama iscrpljena suprotnošću između „ve-

---

[4] Ali ovaj deo nezavršenog posla mora biti na dnevnom redu gotovo svakog filozofa nauke, jer će bilo koja održiva teorija svedočanstva (bilo popperovska, bayesovska ili koja mu drago) uključiti princip da su neki delovi svedočanstva značajniji u procenjivanju teorije od nekih drugih. Ako pojedinačni slučajevi koji potvrđuju ili pobijaju jednu teoriju ne mogu da se izmere, kao što neki kažu, tada nijedna postojeća teorija svedočanstva ne može da se uzme za ozbiljno, čak ni programatski.

rovanja" i „neverovanja" ili, mnogo programatskije, „prihvatanja" i „odbacivanja". Čak i površno istraživanje nauke otkriva, međutim, da postoji mnogo šira oblast saznajnih stavova koji treba da budu uključeni u naš prikaz. Mnoge se, ako ne i većina teorija bave idealnim slučajevima. Naučnici niti veruju u takve teorije, niti ih prihvataju kao istinite. Ali, ni „neverovanje" ni „odbacivanje" ne opisuju tačno naučnikove stavove prema takvim teorijama. Štaviše, naučnik često tvrdi da jedna teorija, čak i ako je neprihvatljiva, zaslužuje istraživanje ili iziskuje dalju razradu. Logika prihvatanja ili odbacivanja jednostavno je isuviše restriktivna da bi mogla da predstavi ovu oblast saznajnih stavova. Ako nismo spremni da kažemo da su takvi stavovi van dometa racionalne analize — u kom slučaju je najveći deo nauke neracionalan — potreban nam je prikaz o potpori svedočanstva koji će nam dopustiti da kažemo kada su teorije vredne daljeg istraživanja i razrađivanja. Moje stanovište je da se ovaj kontinuum stavova između prihvatanja i odbacivanja može sagledati kao funkcija relativnog progresa (i mere progresa) naših teorija u rešavanju problema. Jedna visoko progresivna teorija može ipak da još ne bude vredna prihvatanja, ali njen progres može iziskivati dalje istraživanje. Teorija sa visokom početnom stopom progresa može zasluživati da bude prihvaćena čak i ako je njena ukupna efikasnost u rešavanju problema — u poređenju sa nekim od njenih starijih i bolje zasnovanih rivala — nezadovoljavajuća. Mere progresa jedne teorije obećavaju racionaliziranje ove važne oblasti naučnih sudova.

Teorije i istraživačke tradicije. Logički empiristi su obavili korisnu ulogu kada su razvili svoj prikaz strukture naučne teorije. Teorije onog tipa koji su oni razmatrali — koje se sastoje od skupa stavova koji, u konjunkciji sa početnim uslovima, vode objašnjenjima i predviđanjima određenih fenomena — zaista su blizu zahvatanja karaktera onih pojmovnih okvira koji se tipično proveravaju naučnim eksperimentima. Ali ograničavanje naše pažnje na tako zamišljene teorije sprečava nas da mnogo govorimo o postojanim, dugotrajnim opredeljenjima koja su jedna tako središna karakteristika naučnog istraživanja. Postoje značajne porodične sličnosti između izvesnih teorija, koje ih čine grupom za sebe. Teorije predstavljaju primere mnogo temeljnijih gledanja na svet, a način na koji se teorije preinačuju i menjaju ima smisla samo kada se one gledaju na pozadini tih mnogo temeljnijih opredeljenja. Skup verovanja koja sačinjavaju takva temeljna gledišta ja nazivam „istraživačkim tradicijama". Opšte uzevši, one se sastoje od najmanje dve komponente: (I) od skupa uve-

renja o tome koje vrste entiteta i procesa sačinjavaju domen istraživanja i (II) od skupa epistemoloških i metodoloških normi o tome kako se taj domen treba istraživati, kako se treba proveravati teorije, kako se treba sakupljati podatke i slično. Istraživačke tradicije nisu direktno proverljive i zbog toga što su njihove ontologije isuviše opšte da bi pružile posebna predviđanja, i zbog toga što njihove metodološke komponente, budući da su pravila ili norme, nisu neposredno proverljiva tvrđenja o činjenicama. Povezana sa bilo kojom istraživačkom tradicijom je jedna porodica teorijâ. Neke od ovih teorijâ, na primer one koje primenjuju istraživačku tradiciju na različite delove domena, biće uzajamno saglasne, dok druge teorije, na primer one koje su rivalske teorije u okviru ove istraživačke tradicije, neće. Zajedničko svim ovim teorijama jeste to da one dele ontologiju istraživačke tradicije od koje potiču i da mogu da se provere i procene upotrebom njenih metodoloških normi.

Istraživačke tradicije imaju različite specifične funkcije. Između ostalog: (a) one ukazuju na to koje pretpostavke se mogu smatrati kao neosporno „pozadinsko znanje" za sve naučnike koji rade u toj tradiciji; (b) one pomažu da se identifikuju oni delovi teorije koji su problematični i koji treba da se izmene ili poboljšaju; (c) one ustanovljuju pravila za sakupljanje podataka i za proveravanje teorijâ; (d) one postavljaju pojmovne probleme za svaku teoriju u toj tradiciji koja narušava ontološke ili epistemološke postavke izvorne tradicije.

Adekvatnost i očekivanje. U poređenju sa pojedinačnim teorijama, istraživačke tradicije naginju tome da budu postojani entiteti. Tamo gde teorije mogu vrlo često biti napuštene i zamenjene, istraživačke tradicije su obično dugovečne, jer one očigledno mogu preživeti propast bilo koje od njima podređenih teorijâ. Istraživačke tradicije su jedinice koje su postojane u promeni teorija i koje zasnivaju, zajedno sa rešenim empirijskim problemima, mnogo od onog kontinuiteta koji je prisutan u istoriji nauke. Ali čak i istraživačke tradicije mogu biti oborene. Da bismo razumeli kako, moramo uneti u sliku i mehanizam procenjivanja rešavanja problema.

Idealizovanim modalitetima prihvatanja i korišćenja odgovaraju dve karakteristike teorija, obe povezane sa efikasnošću rešavanja problema. Obe ove karakteristike mogu se objasniti pomoću efikasnosti teorije u rešavanju problema, a ta efikasnost je funkcija broja i važnosti empirijskih problema koje je teorija rešila i anomalijâ i pojmovnih problemâ sa kojima se suočava. Jedna teorija je adekvatnija (tj. prihvatljivija) od neke rivalske, samo u slučaju da je pokazala

veću efikasnost u rešavanju problema nego ova druga. Jedna istraživačka tradicija je adekvatnija od neke druge, samo u slučaju ako je skup teorijâ koje je karakterišu u datom vremenu adekvatniji od teorijâ koje sačinjavaju bilo koju drugu istraživačku tradiciju.

Kada bi naš jedini cilj bio da odlučimo koja je teorija ili istraživačka tradicija rešila najveći broj problema, ova bi sredstva bila dovoljna. Ali u naučnom procenjivanju pored retrospektivnog postoji i *prospektivni* element. Mi se nadamo da ćemo se kretati prema teorijama koje će moći rešiti više problema, uključujući i potencijalne empirijske probleme, nego što mi to možemo sada. Mi tragamo za teorijama koje obećavaju plodnost u proširivanju oblasti onoga što sada možemo objasniti ili predvideti. Činjenica da je jedna teorija (ili istraživačka tradicija) trenutno najadekvatnija nije irelevantna, ali nije ni dovoljan osnov za donošenje sudova o tome šta se sve od nje može očekivati, ili o tome koliko je plodna. Malo je verovatno da su nove teorije i istraživačke tradicije uspele da dosegnu toliko visok stepen efikasnosti u rešavanju problema koliki imaju stare, dobro zasnovane teorije. Kako da prosudimo kada su takvi novi pristupi vredni da se uzmu ozbiljno? Jedna sasvim prirodna sugestija u takvo prosuđivanje uključuje i procenjivanje progresa ili stope progresa takvih teorija i istraživačkih tradicija. Taj progres je definisan kao razlika između efikasnosti u rešavanju problema koju istraživačka tradicija ima u svom poslednjem obliku i njene efikasnosti u ranijem periodu. Stopa progresa je merilo toga koliko brzo je jedna istraživačka tradicija postigla progres koji ispoljava.

Očigledno, jedna istraživačka tradicija može biti manje adekvatna nego neka rivalska, a da ipak bude progresivnija. Priznajući ovu činjenicu, neko bi mogao predložiti da visoko progresivne teorije treba da budu istraživane i korišćene, dok, međutim, samo najadekvatnije teorije treba da budu prihvaćene. Tradicionalne filozofije nauke (npr. Carnapova, Popperova) i neke savremenije (npr. Lakatosova) slažu se u tome da i adekvatnost i očekivanje treba procenjivati istim merilom. Moj pristup priznaje da mi procenjujemo naučne ideje imajući u vidu različite ciljeve, ' da različita merila odgovaraju tim ciljevima. Koliko je jedna istraživačka tradicija progresivna i koliko brzo je ona napredovala, različita su, ako i podjednako relevantna, pitanja, od pitanja koliko dobro je potkrepljena ta istraživačka tradicija.

Obrasci naučne promene. Prema uticajnom gledištu Tomasa Kuhna, nauka se može periodizovati u jednu seriju epo-

ha gde su granice između tih epoha nazvane naučnim revolucijama. Za vreme perioda normalne nauke jedna paradigma vlada superiorno. Postavljanje temeljnih pojmovnih pitanja ili identifikovanje anomalija u preovlađujućem učenju ili aktivno razvijanje alternativnih „paradigmi" po Kuhnovom shvatanju ne dopušta naučna zajednica, koja ima veoma malo tolerancije za rivalska stanovišta. Model pomoću rešavanja problema daje veoma različitu sliku naučnog poduhvata. On sugeriše da je koegzistencija rivalskih istraživačkih tradicija pravilo pre nego izuzetak. On naglašava središnji položaj raspravljanja o pojmovnim utemeljenjima i dokazuje da je zapostavljanje pojmovnih problema (zapostavljanje ovih Kuhn vidi kao glavno u „normalnom" progresu nauke) nepoželjno. Izgleda jasno da je stvarni razvitak nauke bliži slici stalne koegzistencije rivala i sveprisutnosti pojmovne rasprave nego slici normalne nauke. Teško je, na primer, pronaći neki duži period u istoriji bilo koje nauke u poslednjih trista godina kada preovlađuje kuhnovska slika „normalne nauke". Izgleda da je za naučne discipline daleko više uobičajeno da u sebi sadrže nekoliko istovremeno prisutnih istraživačkih pristupa (tradicija). U bilo kom datom vremenu jedna ili druga od njih može imati prednost, ali se zbiva kontinuirana i uporna borba tako što pristalice ovog ili onog stanovišta ukazuju na empirijske i pojmovne slabosti rivalskih stanovišta i na progresivnost svog sopstvenog pristupa s obzirom na rešavanje problema. Dijalektička suprotstavljanja su suštinska za rast i poboljšanje naučnog saznanja; kao i priroda, nauka ima krvave zube i kandže.

Nauka i ne-nauke. Ovde zauzet pristup sugeriše da nema temeljne razlike u vrsti između naučnog i drugih oblika intelektualnog istraživanja. Svi oni pokušavaju da osmisle svet i naše iskustvo. Sve teorije, naučne i one druge, podvrgnute su empirijskim isto kao i pojmovnim ograničenjima. One discipline koje zovemo „naukama" obično su progresvnije nego „ne-nauke"; zaista, može biti da ih mi zovemo „naukama" prosto zato što su progresivnije, pre nego zbog bilo kojih metodoloških ili suštinskih osobina koje su im zajedničke. Ako je tako, razlike koje postoje pokazuju se kao razlike u stepenu pre nego razlike u vrsti. Slični ciljevi i slični procenjivački postupci dejstvuju u celom spektru intelektualnih disciplina. Istina je, naravno, da *neke* od „nauka" koriste mo'ne postupke proveravanja kojih nema u ne-naukama; ali takvi postupci proveravanja ne mogu biti konstitutivni za nauku pošto ih mnoge „nauke" ne upotrebljavaju.

Traganje za specifično naučnim oblikom saznanja ili za kriterijumom razgraničenja između nauke i ne-nauke bio je potpuni promašaj. Očito je da ne postoji epistemološka osobina ili skup takvih osobina koje sve nauke i samo „nauke“ ispoljavaju. Naš bi cilj pre trebalo da bude izdvajanje pouzdanih i dobro proverenih od lažnih pretenzija na saznanje. Model pomoću rešavanja problema nastoji da obezbedi mehanizam koji bi ovo izveo, ali on ne pretpostavlja da se razlika između opravdanih i neopravdanih pretenzija na saznanje prosto preslikava na dihotomiju nauka/ne-nauka. Vreme je da odbacimo tu dugotrajnu „scijentističku“ predrasudu po kojoj su „nauke“ i valjano saznanje koekstenzivni; oni to nisu. Tada, dakle, naš središni interes treba da bude razlikovanje teorija širokog i dokažljivog dosega rešavanja problema od teorija koje nemaju ovo svojstvo — bez obzira na to da li teorije koje su u pitanju potpadaju pod oblast fizike, teorije književnosti, filozofije ili zdravog razuma.

Komparativna priroda procenjivanja teorije. Filozofi nauke su obično pokušavali da okarakterišu skup epistemoloških i pragmatičkih osobina koje su bile takve da, ako jedna teorija poseduje takve osobine, ona se može oceniti kao zadovoljavajuća ili prihvatljiva nezavisno od saznanja njoj rivalskih teorijâ. Tako su induktivisti tvrdili da je jedna teorija prihvatljiva kada jednom pređe izvestan prag potvrđenosti; Popper je često tvrdio da ako je jedna teorija pružala iznenađujuća predviđanja, onda je ona „dokazala svoju životnost“. Moj pristup relativizuje prihvatljivost jedne teorije prema njenom takmičenju s rivalima. Činjenica da je neka teorija visoko efikasna u rešavanju problema, ili da je veoma progresivna, ne daje nam pravo da tu teoriju ocenimo kao vrednu. Tek kada uporedimo njenu efikasnost i progres sa efikasnošću i progresom njenih postojećih rivala, mi smo u položaju da ponudimo izvestan savet o tome koje teorije treba prihvatiti, koristiti ili imati u vidu.

Zaključak. Prosuđujući ovu skicu modela nauke pomoću rešavanja problemâ prema zahtevima o kojima je raspravljano na početku ovog eseja, jasno je da ovaj model dopušta mogućnost da teorija bude prihvatljiva čak i kada ne očuva kumulativnost (posebno kada nova teorija u efikasnosti rešavanja problemâ prevazilazi staru). Ovaj model dopušta da sporovi o pojmovnim osobinama neke teorije igraju racionalnu ulogu; takvi sporovi mogu čak voditi progresivnim pojmovnim razjašnjenjima naših temeljnih pretpostavki. Uvodeći epistemološke pretpostavke naučnikove istraživačke tradicije u proračunavanje adekvatnosti teorije, ovaj model ostavlja prostor

za menjanje lokalnih principa racionalnosti u razvoju nauke. Proširenje spektra saznajnih modaliteta preko prihvatanja i odbacivanja, rezultat je razlikovanje efikasnosti teorije, njenog progresa i njene stope progresa. Ovaj model objašnjava kako za naučnike može biti racionalno to da prihvate teorije koje se suočavaju sa anomalijama i zašto naučnici ponekad nisu voljni da prihvate izvesne, na prvi pogled dobro potvrđene, teorije. Svojim karakterisanjem ciljeva nauke ovaj model izbegava to da nauci pripisuje transcendentne ili nedostižne ciljeve. Konačno, ovaj model racionalizira istovremeno postojanje rivalskih teorija, pokazujući zbog čega istorijski pluralizam doprinosi naučnom progresu.

Ništa od ovoga ne dokazuje nepobitno da je pristup pomoću rešavanja problemâ, koji je još uvek u mnogim stvarima u zametku, održiv model progresa i racionalnosti. Međutim, ono što već može da se kaže jeste to da ovaj model može prikazati kao racionalne jedan broj postojanih osobinâ naučnog razvoja koje preovlađujući prikazi nauke vide kao intrinsično iracionalne. U tom stepenu on obećava da će moći da objasni zašto je nauka tako uspešna kao što jeste.

Paul Feyerabend

KAKO ZAŠTITI DRUŠTVO OD NAUKE*

Prijatelji i neprijatelji, dame i gospodo, vi koji se bavite jednim čudnim zanatom: pre nego što započnem svoje predavanje, dozvolite mi da vam objasnim kako je do njega došlo.

Pre nekih godinu dana bio sam u škripcu sa novcem. Zato sam prihvatio poziv da dam prilog za jednu knjigu koja se bavila odnosom nauke i religije. Da bih podstakao prodaju knjige, mislio sam da svoj prilog treba da napravim provokativnim, a najprovokativniji stav koji se može izreći o odnosu nauke i religije jeste da je nauka, u stvari, religija. Pošto sam ovaj stav učinio jezgrom svoga članka, otkrio sam da je moguće pronaći mnoštvo razloga, i to mnoštvo odličnih razloga, koji će ga podržati. Nabrojao sam ove razloge, završio svoj članak i primio novac. To je bila prva etapa.

Odmah zatim bio sam pozvan na savetovanje posvećeno zaštiti kulture. Prihvatio sam poziv, jer su mi plaćali let za Evropu. A moram da priznam da sam pored toga bio i prilično radoznao. Kada sam stigao u Nicu nisam imao pojma o tome šta ću da kažem. Nakon što je savetovanje pošlo svojim tokom, uvideo sam da svi prisutni veoma visoko cene nauku i da su vrlo ozbiljni. Zato sam odlučio da objasnim na koji način bi se kultura mogla zaštititi od nauke. Svi oni razlozi koje sam nabrojao u svom članku mogli su biti primenjeni i ovde, tako da nisam imao potrebe da izmišljam ništa novo. Završio sam svoje izlaganje, bio nagrađen povikom oko mojih „opasnih i nepromišljenih ideja“, naplatio avionsku kartu i otišao za Beč. To je bila druga etapa.

Sada treba da se obratim vama. Imam utisak da se vi, u izvesnom smislu, veoma razlikujete od mojih slušalaca u

---

* Ovaj tekst predstavlja revidiranu verziju predavanja koje je autor održao 4. novembra 1974. godine pred filozofskim društvom Sussex univerziteta.

Nici. Prvo, izgledate mnogo mlađi. Moj auditorijum u Nici bio je pun profesora, biznismena, televizijskih urednika, a njihova prosečna starost bila je oko 58½ godina. Zatim, sasvim sam siguran da je većina vas orijentisana znatno više levo nego priličan broj ljudi iz Nice. U stvari, govoreći malo neobavezno, mogu reći da ste vi levičarska publika, dok su moji slušaoci iz Nice bili desničarska publika. Ipak, uprkos svim ovim razlikama, postoje izvesne stvari zajedničke i vama i njima. Pretpostavljam da i vi, kao i oni, poštujete nauku i znanje. Naravno, smatrate da nauka mora biti reformisana i učinjena manje autoritarnom. Ali jednom kada se ove reforme izvedu, ona postaje vredan izvor znanja koje ne sme biti kontaminirano ideologijama raznih vrsta. Drugo, i vi ste, kao i oni, ozbiljni ljudi. Znanje je ozbiljna stvar i za levicu kao i za desnicu, i mora da se istražuje u ozbiljnom duhu. Lakomislenost je nepoželjna, posvećenost i iskrena predanost preduzetom poslu jeste ono što se traži. Ove sličnosti su sve što mi je potrebno da bih ponovio svoje izlaganje iz Nice i pred vama, skoro bez ikakvih izmena. Zato, evo ga.

Bajke

Želim da odbranim društvo i njegove pripadnike od svih ideologija, uključujući i nauku. Sve ideologije moraju se posmatrati u perspektivi. One ne smeju biti uzete suviše ozbiljno. Treba ih shvatiti kao bajke koje imaju da kažu mnogo interesantnih stvari, ali koje u sebi takođe sadrže i gnusne laži, ili kao etičke propise koji mogu biti korisna praktična pravila, ali su kobni kada se slede doslovno.

Upitajmo se sada nije li izloženo stanovište čudno i smešno? Nauka je sigurno uvek bila u prvim borbenim redovima protiv autoritarizma i sujeverja. Upravo nauci dugujemo povećanje naše intelektualne slobode nasuprot religijskim verovanjima; ona je ta kojoj imamo da zahvalimo za oslobođenje čovečanstva od starinskih i krutih oblika mišljenja. Danas ovi oblici mišljenja nisu ništa drugo do ružni snovi — i to smo saznali od nauke. Nauka i prosvećenost su jedna ista stvar — čak i najradikalniji kritičari društva u ovo veruju. Kropotkin želi da ukine sve tradicionalne institucije i forme verovanja izuzev nauke. Ibsen kritikuje i najskrivenije ogranke buržoaske ideologije devetnaestog veka, ali nauku ostavlja nedirnutu. Levi-Strauss nas je naterao da shvatimo da zapadna misao nije jedini usamljeni vrhunac ljudskih dostignuća, kako se nekoć verovalo, ali je isključio nauku iz

svoga relativiziranja ideologija. Marx i Engels bili su ubeđeni da će nauka pomoći radnicima u njihovom traganju za duhovnim i društvenim oslobođenjem. Da li su svi ovi ljudi bili u zabludi? Da li su svi oni pogrešno shvatali ulogu nauke? Da li su svi oni bili žrtve neke himere?

Moj odgovor na ovo pitanje je odlučno *da i ne*.

A sada mi dozvolite da objasnim taj odgovor.

Moje objašnjenje sastoji se iz dva dela, jednog opštijeg i jednog posebnijeg.

Opšte objašnjenje je jednostavno. Svaka ideologija koja razbija vlast u kojoj jedan obuhvatan sistem mišljenja drži umove ljudi, doprinosi oslobađanju čoveka. Bilo koja ideolologija koja podstakne čoveka da dovede u pitanje nasleđena verovanja jeste pomoć prosvećivanju. Istina koja vlada bez kontrole i protivteže tiranin je koji mora biti svrgnut, a svaka neistina koja nam pomaže da svrgnemo tog tiranina treba da je dobrodošla. Iz toga sledi da su nauka sedamnaestog veka i nauka osamnaestog veka zaista *bile* instrument oslobađanja i prosvećivanja. Ali ne sledi i da je nauka obavezna da *ostane* takav instrument. Ne postoji ništa inherentno nauci ili bilo kojoj drugoj ideologiji što bi ih činilo *suštinskim* instrumentima oslobađanja. Ideologije mogu da se iskvare i postanu glupave religije. Pogledajte marksizam. A da je nauka današnjice veoma različita od nauke u 1650-toj godini očigledno je već i pri najpovršnijem pogledu.

Razmotrimo, na primer, ulogu koju nauka danas ima u obrazovanju. Naučne „činjenice" predaju se već kod vrlo ranog uzrasta dece i na upravo onaj isti način na koji su se religijske „činjenice" predavale pre samo jednog stoleća. Nema pokušaja da se probude kritičke moći učenika tako da bi se on osposobio da posmatra stvari u perspektivi. Na univerzitetima situacija je još i gora, jer se tu indoktrinacija izvodi na mnogo sistematičniji način. Kritika nije sasvim odsutna. Tako se, na primer, društvo i njegove institucije najoštrije i često najnepravednije kritikuju i to već na nivou osnovne škole. Ali nauka je izuzeta od kritike. U društvu u celini sud naučnika prima se sa istim onim pijetetom sa kakvim je priman sud biskupa ili kardinala pre ne baš tako davnog vremena. Pokret ka „demitologizaciji" je, na primer, uglavnom motivisan željom da se izbegne bilo kakav sukob između hrišćanstva i naučnih ideja. Ali ako do takvog sukoba ipak dođe, tada je nauka izvesno u pravu, a hrišćanstvo na pogrešnom putu. Produžite dalje ovo istraživanje i videćete da nauka sada postaje isto tako opresivna kao one ideologije protiv kojih se nekada borila. Neka vas ne zavede činjenica da danas teško

da ikog ubijaju zbog naučne jeresi. To uopšte nije zbog nauke. To je u vezi sa opštim osobinama naše civilizacije. Jeretici na polju nauke još uvek su izloženi *najoštrijim* sankcijama koje propisuje ova relativno tolerantna civilizacija.

Ali — nije li ovaj opis sasvim nepravedan? Nisam li ja predstavio stvar u veoma iskrivljenom svetlu upotrebljavajući tendencioznu i neadekvatnu terminologiju? Nismo li dužni da ovu situaciju opišemo na sasvim različit način? Rekao sam da je nauka postala *kruta* i da je prestala da bude instrument *promene* i *oslobađanja*, ne dodajući da je ona otkrila *istinu*, ili veliki deo nje. Razmatrajući ovu dodatnu činjenicu, shvatamo — tako ide prigovor — da krutost nauke nije rezultat ljudskog htenja. Ona leži u prirodi stvari. Jer jednom kada otkrijemo istinu — šta drugo možemo da radimo sem da je sledimo?

Ovaj površni odgovor je sve drugo nego originalan. On se upotrebljava kad god jedna ideologija želi da pojača veru kod svojih sledbenika. „Istina" je tako divno neutralna reč. Niko neće poricati da treba govoriti istinu i da je loše govoriti laž. Niko to neće poricati — a ipak niko ne zna šta takav stav znači. Lako je na taj način izvrnuti celu stvar i preokrenuti odanost istini u svakodnevnom životu u odanost Istini neke ideologije, što nije ništa drugo nego dogmatska odbrana te ideologije. I, naravno, nije tačno da moramo slediti istinu. Mnoge ideje su vodiči ljudskog života. Istina je jedna od njih. Sloboda i duhovna nezavisnost su druge. Ako se istina, kako je neki ideolozi shvataju, sukobljava sa slobodom tada smo u situaciji *izbora*. Možemo da odbacimo slobodu. Ali možemo da odbacimo i istinu. (Alternativno, možemo da usvojimo jedan rafiniraniji pojam istine koji više ne protivreči slobodi; to je bilo Hegelovo rešenje.) Moja kritika moderne nauke usmerena je na to da ova sputava slobodu mišljenja. Ako je razlog u tome što je nauka otkrila istinu i sada je sledi, tada bih ja rekao da postoje bolje stvari nego pronaći, i dalje slediti, takvog monstruma.

Ovim se završava opšti deo mog objašnjenja.

Postoji jedan specifičniji argument za odbranu izuzetnog položaja koji nauka danas ima u društvu. U jezgrovitom obliku ovaj argument kaže (1) da je nauka konačno našla korektan *metod* za postizanje rezultata i (2) da postoje mnogi *rezultati* koji dokazuju superiornost tog metoda. Ovaj argument je pogrešan — ali mnogi pokušaji da se ovo pokaže vode u ćorsokak. Metodologija je danas postala toliko pretrpana praznom rafiniranošću da je krajnje teško uočiti i proste pogreške u njenoj osnovi. To je kao kada se bori protiv hidre — odseče

se jedna ružna glava, a osam formalizacija zauzme njeno mesto. U takvoj situaciji jedini pravi odgovor je površnost: kada rafiniranost izgubi sadržaj jedini način ostajanja u kontaktu sa realnošću jeste taj da se bude grub i površan. To je ono što nameravam da budem.

Protiv metoda

Postoji metod, kaže deo (1) pomenutog argumenta. Šta je to? Kako funkcioniše?

Jedan odgovor koji više nije onoliko popularan koliko je nekada bio jeste da nauka funkcioniše na osnovu prikupljanja činjenica i izvođenja teorija iz njih. Odgovor je nezadovoljavajući zato što teorije nikada ne *slede iz* činjenica u strogo logičkom smislu. Reći da one ipak mogu biti *podržane* činjenicama pretpostavlja takvu koncepciju podrške koja (a) ne pokazuje pomenuti nedostatak i (b) koja je dovoljno instančana da nam dozvoli da kažemo do koga stepena je, recimo, teorija relativnosti podržana činjenicama. Danas ne postoji nijedna takva koncepcija, niti je iole verovatno da će ikada biti koncipirana (jedan od problema je i to da nam je potreban takav pojam podrške u kome bi se moglo reći da sivi gavrani podržavaju stav „svi gavrani su crni"). Ovo su shvatili konvencionalisti i transcendentalni idealisti koji su ukazivali na to da su teorije te koje *oblikuju* i *uređuju* činjenice i da stoga mogu biti zadržane, pa ma šta se dogodilo. One mogu biti zadržane zato što ljudski um svesno ili nesvesno nosi sa sobom uređivačku funkciju. Teškoća sa ovim pogledima je u tome što oni pretpostavljaju o umu ono što žele da objasne o svetu, naime, da on pravilno funkcioniše. Postoji samo jedno stanovište koje prevazilazi sve ove teškoće. Ono je formulisano u dva maha u XIX veku; jednom ga je formulisao Mill u svom besmrtnom eseju *O slobodi,* a drugi put neki darvinisti koji su proširili darvinizam i na borbu ideja. Ovo gledište hvata bika za rogove: teorije ne mogu biti opravdane niti njihova vrednost može biti pokazana bez pozivanja na druge teorije. *Uspeh* određene teorije možemo da objasnimo s obzirom na obuhvatniju teoriju (Uspeh Newtonove teorije možemo da objasnimo upotrebljavajući opštu teoriju relativnosti); i naše *preferiranje* te teorije možemo da objasnimo poredeći je sa drugim teorijama. Takvo poređenje ne ustanovljava intrinsičnu vrednost teorije koju smo izabrali. U stvari, teorija koju smo izabrali može biti prilično loša. Ona može sadržati kontradikcije, ona može protivrečiti dobro poznatim činjenicama, može biti rogobatna, nejasna, *ad hoc* na glavnim mestima i tako dalje. Ali ona još uvek može biti bolja nego

bilo koja druga teorija raspoloživa u isto vreme. U stvari, ona može biti najbolja loša teorija koja postoji. Isto tako, ni merila procenjivanja nisu izabrana na apsolutan način. Svakim izborom koji činimo naša rafiniranost se povećava i naša merila se usavršavaju. Merila se takmiče kao što se i teorije takmiče, i mi biramo merila koja su najpodesnija u onoj istorijskoj situaciji u kojoj se izbor odvija. Odbačene alternative (teorije, merila, „činjenice“) nisu eliminisane. One služe kao korektori (uostalom, možemo da napravimo i pogrešan izbor) i stoga takođe objašnjavaju sadržaj preferiranih gledišta (teoriju relativnosti razumemo bolje kada razumemo strukturu njenih takmaca; puno značenje slobode znamo jedino kada imamo zamisao o životu u totalitarnoj državi, kada znamo njegove prednosti — a postoji mnogo prednosti — kao i njegove slabe strane). Tako koncipirano znanje jeste okean alternativa kanalisanih i razdeljenih okeanom merila. Ono prisiljava naš um da čini maštovite izbore i time ga tera da raste i razvija se. Ono čini naš um sposobnim da bira, maštovito zamišlja i kritikuje.

Takvo gledište danas se često vezuje za ime Karla Poppera. Ali postoje neke veoma presudne razlike između Poppera i Milla. Da počnemo sa prvom razlikom: Popper razvija svoje gledište da bi rešio jedan poseban epistemološki problem — on želi da reši „Humeov“ problem. Sa druge strane, Milla su zanimali uslovi koji su najpovoljniji za ljudski razvitak. Njegova epistemologija rezultat je određene teorije čoveka, a ne obrnuto. Zatim Popper, budući da je pod uticajem Bečkog kruga, dalje poboljšava logičku formu teorije pre nego što razmatra teoriju, dok Mill uzima teoriju u onom obliku u kome se ona pojavljuje u nauci. Treće, Popperova merila komparacije su kruta i fiksirana, dok Millova mogu da se menjaju sa istorijskom situacijom. Najzad, Popperova merila eliminišu takmace jednom zauvek: teorije koje nisu opovrgljive, ili su opovrgljive i opovrgnute, nemaju mesta u nauci. Popperovi kriteriji su jasni, nedvosmisleni i precizno formulisani; Millovi to nisu. Ovo bi bila prednost da je sama nauka jasna, nedvosmislena i precizno formulisana. Na sreću, ona to nije.

Da počnemo sa sledećim: nijedna nova i revolucionarna naučna teorija nikada nije formulisana na način koji dopušta da kažemo pod kojim okolnostima moramo da je smatramo ugroženom: mnoge revolucionarne teorije su neopovrgljive. Opovrgljive verzije postoje, ali one jedva da su ikada u skladu sa prihvaćenim osnovnim iskazima: svaka osrednje zanimljiva teorija je opovrgnuta. Štaviše, teorije imaju formalne nedostatke, mnoge od njih sadrže kontradikcije, *ad hoc* pode-

šavanja i tako dalje i tome slično. Kada bi bili dosledno primenjeni, Popperovi kriteriji eliminisali bi nauku ne zamenjujući je ničim sličnim. Oni su bezvredni kao pomoć nauci. U prošloj deceniji mnogi mislioci su to shvatili. Među njima Kuhn i Lakatos. Kuhnove ideje su zanimljive ali, avaj, one su suviše neodređene da bi podstakle ma šta drugo sem mnoštva praznih priča. Ako mi ne verujete, pogledajte literaturu. Nikada ranije toliko mnogo uljeza i nestručnjaka nije prodrlo u literaturu iz filozofije nauke. Kuhn je ohrabrio ljude koji nemaju predstavu ni o tome kako kamen pada na zemlju da sa sigurnošću govore o naučnom metodu. Ja, u stvari, ne stavljam primedbu samoj nestručnosti, već zameram tome što je ona praćena dosadom i zadrtošću. A to je upravo ono što se dešava. Mi ne dobijamo zanimljive lažne ideje, već dosadne ideje, ili reči koje uopšte nisu povezane ni sa kakvim idejama. Zatim, kad god se učini pokušaj da se Kuhnove ideje preciznije odrede, nalazi se da su one *neistinite*. Da li je ikada postojao period normalne nauke u istoriji ljudske misli? Ne — i ja izazivam bilo koga da dokaže suprotno.

Lakatos je neizmerno prefinjeniji nego Kuhn. Umesto teorija on razmatra istraživačke programe koji predstavljaju nizove teorija povezanih metodima modifikacije, takozvanim heuristikama. Svaka teorija u datom nizu može biti puna nedostataka. Ona može biti opsednuta anomalijama, kontradikcijama i višesmislenostima. Ono što je bitno nije stanje svake pojedinačne teorije, već tendencija koju pokazuje čitav niz. O istorijskom razvitku i dostignućima sudimo kroz izvestan period vremena, pre nego po određenoj situaciji u neko posebno vreme. Istorija i metodologija kombinovane su u jedan jedinstveni poduhvat. Za istraživački program kaže se da je progresivan ako niz teorija vodi novim predviđanjima. Kaže se da je degenerativan ako je sveden na to da apsorbuje činjenice koje su otkrivene bez njegove pomoći. Bitna karakteristika Lakatoseve metodologije jeste to da takva procenjivanja više nisu vezana za metodološka pravila koja naučniku govore da zadrži ili napusti određeni istraživački program. Naučnici se mogu čvrsto držati degenerativnog programa; mogu čak uspeti da ovaj program prevaziđe svoje rivale, i oni zato idu racionalno dalje pa ma šta činili (pod uslovom da nastavljaju da degenerativan program nazivaju degenerativnim, a progresivan progresivnim). Znači da Lakatos nudi *reči* koje *zvuče* kao elementi neke metodologije; on ne nudi metodologiju. Ne postoji nikakav metod koji je u skladu sa najnaprednijom i najsavršenijom metodologijom današnjice. Ovim je završen moj odgovor na deo (1) posebnog argumenta.

U skladu sa delom (2), nauka zaslužuje poseban položaj zato što proizvodi *rezultate*. Ovo predstavlja argument jedino ako se može uzeti kao činjenica da ništa drugo nikada ne proizvodi rezultate. A mora se priznati da skoro svako ko razmatra ovu materiju tako nešto pretpostavlja. Takođe treba da se prizna da nije tako lako pokazati da je ova pretpostavka neistinita. Oblici života različiti od nauke nestali su, ili su se degenerisali, do stepena koji čini nemogućim svaku pravednu komparaciju. Ipak, situacija nije tako beznadežna kao što je bila pre neku deceniju. Upoznali smo metode medicinske dijagnostike i terapije koji su efikasni (a možda čak i efikasniji nego odgovarajući delovi zapadne medicine) i koji su još uvek zasnovani na ideologiji koja je radikalno različita od ideologije zapadne nauke. Saznali smo da postoje pojave kao što je telepatija i telekineza, koje je naučni pristup jednostavno izbrisao a koje bi mogle biti upotrebljene za istraživanja na jedan potpuno nov način (raniji mislioci, kao Aggrippa iz Nettesheima, John Dee, pa čak i Bacon, bili su svesni ovih pojava). A zatim — nije li slučaj da je crkva spasavala duše, dok nauka čini nešto sasvim suprotno? Naravno, danas niko ne veruje u ontologiju na kojoj se zasniva ovaj sud. Zašto? Zbog ideoloških pritisaka istovetnih onima koji čine da mi danas slušamo nauku do isključenja svega ostalog. Takođe, istina je da pojave kao što su telekineza i akupunktura mogu biti na kraju apsorbovane u korpus nauke i na taj način nazvane „naučnim". Ali zapazite da se ovo dešava jedino posle dugog perioda otpora za vreme koga nauka, *ne* sadržeći *još* ove fenomene, pokušava da uspostavi kontrolu nad onim oblicima života koji ih sadrže. I to vodi do dalje primedbe protiv dela (2) posebnog argumenta. Činjenica da nauka ima rezultate računa se u njenu korist samo ako su ovi rezultati postignuti od same nauke i bez ikakve pomoći sa strane. Pogled u istoriju pokazuje da nauka jedva da ikada postiže rezultate na ovaj način. Kada je Copernicus uveo novi pogled na univerzum on nije konsultovao *naučne* prethodnike, on je konsultovao jednog ludog pitagorejca kakav je bio Philolaos. On je prihvatio njegove ideje i zastupao ih uprkos svim čvrstim pravilima naučnog metoda. Mehanika i optika mnogo duguju zanatlijama, medicina babicama i vešticama. A u našim danima videli smo kako uplitanje države može da unapredi nauku: kada su kineski komunisti odbili da i dalje budu zastrašivani sudom stručnjaka i vratili tradicionalnu medicinu na univerzitete i u bolnice, bilo je povike širom sveta da će nauka u

Kini biti upropašćena. Dogodilo se upravo suprotno: kineska nauka je napredovala a zapadna je učila od nje. Gde god gledamo, vidimo da su veliki naučni napretci rezultat nekog spoljnog uplitanja koje je tako izvedeno da pobeđuje uprkos najosnovnijim i „najracionalnijim" metodološkim pravilima. Lekcija je jasna: ne postoji ni jedan jedini argument koji bi mogao da bude upotrebljen u prilog ove izuzetne uloge koju nauka danas igra u društvu. Nauka je učinila mnogo stvari, ali to su učinile i druge ideologije. Nauka često postupa sistematično, ali tako čine i druge ideologije (konsultujte samo zapisnike sa mnogih doktrinarnih debata koje su se odigrale unutar crkve) i, pored toga, ne postoje neka opštevažeća pravila koja se poštuju pod svim okolnostima. Ne postoji „naučna metodologija" koja bi se mogla upotrebiti da odvoji nauku od svega ostalog. *Nauka je samo jedna od mnogih ideologija koje pokreću društvo, i treba da bude tretirana kao takva* (ovaj stav odnosi se čak i na najprogresivnije i najviše dijalektičke oblasti nauke). Kakve konsekvence možemo izvesti iz ovog rezultata?

Najvažnija konsekvenca je to da je neophodno *formalno odvajanje države i nauke* baš u smislu u kome sada postoji formalna podvojenost države i crkve. Nauka može da vrši uticaj na društvo, ali samo u onoj meri u kojoj je to dozvoljeno bilo kojoj političkoj ili nekoj drugoj grupi za vršenje pritiska na javnost. Naučnici mogu biti konsultovani u vezi sa važnim projektima, ali krajnji sud mora biti ostavljen demokratski izabranim savetodavnim telima. Ova tela će se sastojati uglavnom od laika. Da li će laici biti sposobni da dođu do ispravnog suda? To je sasvim izvesno, jer su kompetencija, komplikovanost i uspeh nauke mnogo preuveličani. Jedno od iskustava koje može da razgali u najvećoj meri jeste posmatrati kako pravnik, koji je laik, može da nađe rupe u svedočenju, tehničkom svedočenju najistaknutijeg stručnjaka, i tako pripremi porotu za njenu odluku. Nauka nije zatvorena knjiga koja je razumljiva tek posle godina provedenih u naučnom treningu. To je intelektualna disciplina koju može da ispituje i kritikuje bilo ko od zainteresovanih i koja izgleda teška i duboka jedino zbog sistematske kampanje zamagljivanja koju vode mnogi naučnici (mada, sretan sam da mogu da kažem — ne svi). Državni organi ne bi trebalo nikad da oklevaju da odbace sud naučnika kada imaju razloga da tako postupe. Takvo odbacivanje će povećati obrazovanje publike; učiniće je samopouzdanijom, a upravo to može dovesti do poboljšanja. Razmatrajući povelik šovinizam naučnog establišmenta, možemo da kažemo: što više afera poput one vezane uz Li-

senka, to bolje (ono čemu se može prigovoriti u slučaju Lisenka nije *uplitanje* države, već *totalitarističko* uplitanje koje radije ubija oponenta nego da naprosto zanemari njegovo mišljenje). Tri puta „ura“ za kalifornijske fundamentaliste koji su uspeli u tome da se dogmatska formulacija teorije evolucije ukloni iz udžbenika i da se prikaz Postanja uvrsti u njih. (Ali ja znam da bi oni postali isto tako šovinistički i totalitaristički nastrojeni kao što su naučnici danas, samo kada bi im bila data šansa da oni sami upravljaju društvom. Ideologije su čudesne kada se upotrebljavaju zajedno sa drugim ideologijama. One postaju dosadne i doktrinarne čim njihove zasluge dovedu do uklanjanja njihovih oponenata.) Međutim, najznačajnija promena će morati da se dogodi na polju *obrazovanja*.

Obrazovanje i mit

Reklo bi se da je svrha obrazovanja da uvede mlade u život, a to znači: u *društvo* u kome su rođeni i u *fizički univerzum* koji okružuje to društvo. Metod obrazovanja često se sastoji u propovedanju nekog *osnovnog mita*. Taj mit dostupan je u različitim verzijama. Najsavršenije verzije mogu biti propovedane ritualom posvećenja koji ih čvrsto usađuje u svest. Poznajući takav mit, odrasla osoba može da objasni gotovo sve (ili se inače može obratiti stručnjacima za detaljna objašnjenja). Ona je gospodar prirode i društva. Ona ih razume i zna kako da stupa u interakciju sa njima. Međutim, *ona nije gospodar mita koji vodi njeno razumevanje.*

Predsokratovci su stremili takvom višem gospodarenju, pa ga delimično i dostigli. Oni nisu samo pokušavali da razumeju *svet*. Oni su takođe pokušavali da razumeju i *sredstva za razumevanje sveta*, i tako postanu njihovi gospodari. Umesto da budu zadovoljni jednim jedinim mitom, oni su razvili mnogo mitova i na taj način umanjili uticaj koji dobro ispričana priča vrši na ljudsku svest. Sofisti su uveli još mnogo dodatnih metoda za umanjivanje ovog iznurujućeg efekta zanimljivih, koherentnih, „empirijski adekvatnih“, itd. itd., priča. Dostignuća ovih mislilaca nisu bila pravilno shvaćena, a izvesno je da se ona ni danas ne razumeju. Kada propovedamo neki mit mi želimo da povećamo verovatnost da će se on razumeti (tj. da neće biti zagonetke oko bilo koje tačke toga mita), da će se u njega verovati, i da će biti *prihvaćen*. Nikakvu štetu mitu neće učiniti to što je suprotstavljen drugim mitovima: čak ni najodaniji (tj. najtotalitarističkiji) učitelj u određenoj verziji hrišćanstva ne može da spreči svoje učenike

da se upoznaju sa Budistima, Jevrejima i drugim ozloglašenim ljudima. To je sasvim različito u slučaju nauke, ili racionalizma, gde skoro popuno dominiraju vernici. Od najvećeg značaja u ovom slučaju jeste ojačati duhove mladih, a „ojačati duhove mladih" znači ojačati ih protiv bilo kojeg lakog prihvatanja obuhvatnih stanovišta. Ono što nam je ovde potrebno jeste obrazovanje koje čini ljude *kritičnim, kontra-sugestivnim*, a da ih ujedno ne onesposobi da se posvete razvijanju ma kojeg pojedinačnog pogleda. Kako ovaj cilj može biti postignut?

On može biti postignut zaštitom ogromne maštovitosti koju deca poseduju i potpunim razvijanjem duha kontradikcije koji postoji u njima. Gledajući u celini, deca su mnogo inteligentnija nego njihovi učitelji. Ona podležu uticaju i odustaju od svoje inteligencije zato što se nad njima vrši nasilje, ili zato što njihovi učitelji većinu njih osvajaju emocionalnim sredstvima. Deca mogu naučiti, razumeti i odvojeno vladati sa dva ili tri različita jezika (pod „decom" podrazumevam one koji su stari tri do pet godina, a *ne* one od osam godina, sa kojima je nedavno bilo eksperimentisano i koji se nisu pokazali baš suviše dobro; zašto? Zato što su već u ranijem dobu bili upropašćeni nestručnim poučavanjem). Naravno, jezici moraju biti predavani na mnogo zanimljiviji način nego što se to obično čini. U svim jezicima postoje izvanredni pisci koji su napisali izvrsne priče — počnimo naše učenje jezika sa *njima*, a ne sa „der Hund hat einen Schwanz" i sličnim koještarijama. Upotrebljavajući priče, možemo takođe uvesti „naučna" objašnjenja, recimo, o postanku sveta, i tako upoznati decu i sa naukom. Ali nauci ne sme biti dat nikakav poseban položaj, izuzev ukazivanja na to da postoji mnoštvo ljudi koji veruju u nju. Kasnije će priče koje su bile ispričane biti dopunjene „razlozima", gde pod razlozima podrazumevam dalja objašnjenja kakva se nalaze u tradiciji kojoj priča pripada. Prirodno, postojaće i kontra-razlozi. I razloge i kontra-razloge ispričaće stručnjaci u datim oblastima i tako će mlada generacija biti upoznata sa svim vrstama beseda i svim tipovima propovednika. Ona se upoznaje sa njima, ona se upoznaje sa njihovim pričama, pa svaka osoba može sama da odluči kojim putem da krene. Svako danas zna da ako postane naučnik može steći mnogo novca i veliki ugled, a možda čak i Nobelovu nagradu, tako da će mnogi postati naučnici. Oni će *postati* naučnici *iako nisu zavedeni ideologijom nauke;* oni će *biti* naučnici *zato što su učinili slobodan izbor*. Ali nije li mnogo vremena bilo izgubljeno na nenaučne predmete i neće li to umanjiti njihovu kompetentnost jednom

kada postanu naučnici? Ne uopšte! Progres nauke, dobre nauke, zasniva se na originalnim idejama i intelektualnoj slobodi: nauku su često vukli napred autsajderi (setite se da su Bohr i Einstein sebe smatrali autsajderima). Neće li mnogi ljudi učiniti pogrešan izbor i završiti u ćorsokaku? To unekoliko zavisi od toga šta podrazumevate pod terminom „ćorsokak". Danas je većina naučnika lišena ideja, puna straha, i usmerena na produkovanje nekog beznačajnog rezultata tako da ga mogu dodati poplavi tričavih članaka koji sada konstituišu „naučni progres" u mnogim oblastima. Sem toga, šta je važnije? Voditi život koji ste sami izabrali otvorenih očiju, ili provesti život u nervoznim pokušajima da se izbegne ono što neki ne baš inteligentni ljudi nazivaju „ćorsokacima"? Neće li broj naučnika toliko opasti da na kraju neće biti nikog da vodi naše dragocene laboratorije? Ja ne mislim tako. Ako je data mogućnost izbora mnogi ljudi mogu izabrati nauku, jer nauka koju vode slobodni ljudi izgleda mnogo privlačnije nego današnja nauka koju vode robovi, robovi institucija i robovi „razuma". Pa i ako bude privremenog pomanjkanja naučnika, situacija se može popraviti različitim vrstama podsticaja. Naravno, naučnici neće igrati dominantnu ulogu u društvu koje ja zamišljam. Oni će imati više nego protivtežu u vračevima, sveštenicima ili astrolozima. Takva situacija je nepodnošljiva za mnoge ljude, stare i mlade, desno ili levo orijentisane. Skoro svi vi imate čvrsto uverenje da je bar *neka* vrsta istine otkrivena, da mora biti sačuvana, i da će je metod poučavanja koji ja zastupam i oblik društva koji branim razvodniti, te na kraju dovesti do toga da ona konačno nestane. Vi imate takvo čvrsto uverenje; mnogi od vas možda čak imaju razloge. *Ali ono o čemu morate voditi računa jeste da nedostatak dobrih kontra-razloga predstavlja rezultat istorijske slučajnosti;* on *ne* leži u prirodi stvari. Izgradite društvo kakvo preporučujem i ova gledišta koja danas prezirete (i ne poznajući ih, budite sigurni) vratiće se u takvom sjaju da ćete morati naporno da radite da biste zadržali vaše vlastite pozicije i verovatno ćete biti potpuno nemoćni da to učinite. Ne verujete mi? Tada bacite pogled u istoriju. Naučna astronomija bila je čvrsto zasnovana na Ptolomeju i Aristotelu, koji spadaju među najveće umove u istoriji zapadne misli. Ko je oborio njihov dobro argumentovan, empirijski adekvatan i precizno formulisan sistem? Philolaos, ludi pitagorejac iz pretpotopskih vremena. Kako se desilo da je Philolaos mogao da napravi takav povratak na scenu? Zato što je našao sposobnog branioca: Copernicusa. Naravno, vi možete slediti svoje intuicije kao što ja sledim moje. Ali ne zaboravite da su vaše intuicije

rezultat vašeg „naučnog" treninga, gde pod naukom takođe podrazumevam i nauku Karla Marxa. Moj trening, ili bolje rečeno moj ne-trening, jeste (ne-)trening jednog žurnaliste koji se interesuje za čudne i bizarne događaje. Na kraju, upitajmo se nije li sasvim neodgovorno, u današnjoj svetskoj situaciji — kada milioni ljudi gladuju, dok su drugi porobljeni, ugnjeteni, i u očajnoj bedi tela i duha — misliti tako luksuzne misli kao što su ove? Nije li sloboda izbora luksuz u takvim okolnostima. Nisu li neozbiljnost i humor koje želim da vidim kombinovane sa slobodom izbora isto tako luksuz pod ovim okolnostima? Ne moramo li mi prekinuti sa takvim samo-povlađivanjem i *delati?* Udružiti se i *delati?* Ovo je najvažnija primedba koja je danas postavljena protiv takvog pristupa kakav ja preporučujem. Ona ima ogromnu privlačnost, ona ima privlačnost nesebičnog posvećivanja. Nesebičnog posvećivanja — čemu? Hajde da vidimo?

Mi treba da odustanemo od naših sebičnih sklonosti i posvetimo se oslobađanju potlačenih. A šta su naše sebične sklonosti? One su naša želja za maksimalnom slobodom mišljenja u društvu u kome živimo *sada,* maksimalnom slobodom ne samo u apstraktnom smislu već izraženom u prikladnim institucijama i podesnim metodama obučavanja. Ova želja za konkretnom intelektualnom i fizičkom slobodom u našoj vlastitoj sredini treba zasada da bude ostavljena po strani. To pretpostavlja, na prvom mestu, da borba za takvu vrstu slobode nije naš zadatak. To pretpostavlja da mi možemo ispuniti naš zadatak sa svešću koja je čvrsto zatvorena za neke alternative. To pretpostavlja da je ispravan način oslobođenja drugih *oduvek bio poznat* i da je sve što je potrebno — primeniti ga. Ja žalim što ne mogu da prihvatim takvu doktrinarnu samouverenost u tako ekstremno važnim stvarima. Da li to znači da mi uopšte ne možemo da delamo? Ne znači. Ali to znači da *dok delamo moramo pokušavati da realizujemo isto toliko one slobode koju sam ja preporučivao, tako da naše akcije mogu biti korigovane u svetlu ideja koje dosežemo dok povećavamo našu slobodu.* To će nas bez sumnje usporiti, ali zar mi treba da jurnemo napred samo zbog toga što su nam neki ljudi rekli da su našli objašnjenje za svu bedu, i odličan način da se izađe iz nje? Takođe, mi želimo da oslobodimo ljude, ne da bi učinili da oni podlegnu novoj vrsti *ropstva, već da im omogućimo da realizuju svoje vlastite želje*, ma koliko različite ove želje mogle biti od naših vlastitih. Zadrti i uskogrudi oslobodioci ne mogu to da učine. Kao po pravilu, oni ubrzo nameću ropstvo koje je još gore, zato što je sistematičnije, od vrlo labavog ropstva koje su uklonili. A što se tiče

humora i neozbiljnosti, mislim da odgovor treba da bude jasan. Zašto neko želi da oslobodi nekog drugog? Sigurno ne zbog nekog *apstraktnog* preimućstva slobode, već zato što je to najbolji put prema nesputanom razvitku, *pa na taj način i prema sreći*. Mi želimo da oslobodimo ljude tako da *oni mogu da se smeju*. Da li ćemo biti sposobni da to učinimo ako smo mi sami zaboravili kako se smeje, i ako se mrštimo na one koji još uvek pamte kako se to radi? Nećemo li tada proširiti jednu drugu bolest, koja može da se poredi sa onom koju želimo da uklonimo, bolest puritanske zatucanosti? Nemojte da smatrate da posvećenost nečemu i humor ne mogu da idu zajedno — Sokrat je izvrstan primer u prilog suprotnom gledištu. *Najteži zadatak traži najlakšu ruku, inače njegovo ispunjenje neće voditi slobodi već tiraniji mnogo goroj nego što je ona koju zamenjujemo.*

LITERATURA

1. Hermann von Helmholtz „Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome“ u knjizi odabranih Helmholtzovih tekstova *Schriften zur Erkenntnistheorie*, Berlin, Verlag von Julius Springer, 1921 (preveo Marijan Bobinac).

2. Ernst Mach „Die ökonomische Natur der physikalischen Forschung“ u Machovoj knjizi *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1903 (preveo Marijan Bobinac).

3. Henri Poincaré „La Science est-elle artificielle?“ u Poincaréovoj knjizi *La valeur de la science*, Pariz, Flammarion, 1970 (preveo Zdeslav Dukat).

4. Pierre Duhem „La théorie physique et l'expérience“ u Duhemovoj knjizi *La théorie physique: son objet et sa structure*, Pariz, Marcel Rivière, 1914 (preveo Zdeslav Dukat).

5. Philipp Frank „The Chain that Links Science with Philosophy“ u Frankovoj knjizi *Philosophy of Science*, Westport, Greenwood Press, 1974 (prevela Zvjezdana Dukić).

6. Philipp Frank „The Rupture of the Chain“ u Frankovoj knjizi *Philosophy of Science*, Westport, Greenwood Press; 1974 (prevela Zvjezdana Dukić).

7. J. J. C. Smart „Philosophy and Scientific Plausibility“ u knjizi *Mind, Matter, and Method*, uredili P. K. Feyerabend i G. Maxwell, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1966 (preveo Neven Sesardić).

8. Rudolf Carnap „The Methodological Character of Theoretical Concepts“ u knjizi *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* vol. I, uredili H. Feigl i M. Scriven, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956 (prevela Zvjezdana Dukić).

9. Carl G. Hempel „On the 'Standard Conception' of Scientific Theories“ u knjizi *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* vol. IV, uredili M. Radner i S. Winokur, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970 (preveo Zdeslav Dukat).

10. Herbert Feigl „The 'Orthodox' View of Theories: Remarks in Defense as well as Critique“ u knjizi *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* vol. IV, uredili M. Radner i S. Winokur, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970 (preveo Vladan Perišić).

11. Hilary Putnam „What Theories are not“ u Putnamovoj knjizi *Mathematics, Matter and Method (Philosophical Papers* vol. I), Cambridge, Cambridge University Press, 1975 (preveo Zdeslav Dukat).

12. Karl R. Popper „The Aim of Science“ u Popperovoj knjizi *Objective Knowledge: an Evolutionary Approach*, Oxford, Clarendon Press, 1973 (preveo Neven Sesardić).

13. Imre Lakatos „History of Science and its Rational Reconstructions“ u knjizi odabranih Lakatosevih tekstova *The Methodology of Scientific Research Programmes (Philosophical Papers* vol. I), uredili J. Worrall i G. Currie, Cambridge, Cambridge University Press, 1978 (preveo Neven Sesardić).

14. Thomas S. Kuhn „Second Thoughts on Paradigms“ u Kuhnovoj knjizi *The Essential Tension*, Chicago i London, The University of Chicago Press, 1977 (preveo Zdeslav Dukat).

15. Larry Laudan „A Problem-Solving Approach to Scientific Progress“ u zborniku tekstova *Scientific Revolutions*, uredio I. Hacking, Oxford, Oxford University Press, 1981 (preveo Vladan Perišić).

16. Paul Feyerabend „How to Defend Society Against Science“ iz časopisa *Radical Philosophy* 2, 1975 (preveo Svetozar Sinđelić).

NAPOMENA PRIREĐIVAČA

Filozofija nauke je disciplina koja je poslednjih desetljeća doživjela veliki procvat. Presudan utjecaj na njezin razvoj imali su filozofi Bečkog Kruga koji su uložili ogromne napore da precizno i detaljno obrade probleme znanstvene metodologije, izgradnje naučnih teorija, bitnih odlika naučnog jezika, a i manje općenite probleme kao što su interpretacija vjerojatnosti, zagonetka indukcije, aksiomatizacija teorija, tumačenja kvantne mehanike, analiza prostora i vremena itd. U opreci prema njihovim shvaćanjima iznesena su nova stajališta i novi pristupi o kojima se vode žive i zanimljive rasprave. Interes za teme iz filozofije nauke se danas toliko razvio i raširio da je postalo uobičajeno govoriti o filozofiji fizike, filozofiji biologije, filozofiji psihologije, filozofiji društvenih znanosti, filozofiji prostora i vremena itd.

Kod nas je filozofija nauke, na žalost, prilično zapostavljena. O tome najbolje svjedoči situacija s prijevodima temeljnih djela iz tog područja. Našem čitaocu nisu dostupna djela Franka, Bridgmana, von Misesa, Eddingtona, Lakatosa, Feyerabenda, Polanyia, Schlicka, Braithwaitea, Schefflera, Goodmana, Hansona i Grünbauma. Samo po jedan ili dva kratka članka Carnapa, Hempela i Quinea doprla su u naše časopise iako u mnogim zemljama misao ove trojice autora predstavlja dio „opće kulture“ filozofa. I od sjajnih djela Hansa Reichenbacha o različitim temama prevedeno je jedino njegovo popularnije delo *Rađanje naučne filozofije* (Nolit, Beograd).

Nije ništa bolje stanje ni sa starijim djelima u kojima su izložena historijski značajna stajališta o metodologiji nauke. Uzalud će čitalac tražiti prijevod bar nekog djela od Meyersona, Duhema, Macha, Bernarda, Helmholtza, Boltzmanna, Clifforda, Pearsona ili Campbella. Ni Millov *Sistem logike* nije objavljen na hrvatskosrpskom, a od poznatih Whewellovih

djela postoji samo neupotrebljivi prijevod (iz prošlog stoljeća) nekih poglavlja *Historije induktivnih nauka.*

Stoga mi se čini da se već duže vremena osjeća potreba za objavljivanjem zbornika tekstova koji bi dali kakvu-takvu sliku o glavnim strujanjima u modernoj filozofiji nauke. U tu svrhu izabrao sam eseje koji se uglavnom bave najopćenitijim problemima ove discipline: metodologijom nauke i izgradnjom naučnih teorija. Budući da je osnovni cilj bio predstaviti različita generalna stajališta u tumačenju nauke i njezine metode, morali su biti izostavljeni mnogi značajni i ne manje zanimljivi tekstovi koji tretiraju specijalne teme.

Jedan od najčešćih prigovora sastavljačima zbornika je da nisu uvrstili tekstove onih autora koji se naprosto ne smiju ispustiti kada se radi o tom i tom predmetu ili području. Izbor radova iz novije filozofije nauke koji ova knjiga donosi bit će posebno izložen primjedbama spomenutog tipa. Naime, što je neka tematika slabije predstavljena javnosti, to je teže napraviti izbor koji će dobro reprezentirati glavne probleme i stajališta u toj sferi. Na primjer, priređivač zbornika sličnog ovome u Engleskoj, Kanadi ili u Sjedinjenim Državama može si dozvoliti da ne uvrsti tekstove Duhema, Carnapa i Poppera zato što će opravdano pretpostaviti da su njihove ideje dobro poznate čak i onim filozofima kojima filozofija znanosti nije specijalni predmet interesa. Što je veće to „pozadinsko znanje", manja je opasnost da određena selekcija tekstova stvori ozbiljnije iskrivljenu sliku stanja u dotičnoj disciplini. Opća znanja filozofske sredine i raznovrsnost literature kojoj je ona izložena djeluju kao korektiv u odnosu na onu do izvjesne mjere neizbježnu i uvijek prisutnu subjektivnost kriterija na osnovi kojih priređivač sastavlja svoj izbor.

Ukoliko je potrebno još nečim potkrijepiti tvrdnju da je filozofija znanosti disciplina prilično slabo poznata jugoslavenskom čitaocu dovoljno je podsjetiti se da nijedno od briljantnih i već klasičnih Poincaréovih djela još uvijek nije prevedeno na hrvatskosrpski, da spominjanje Machovog imena većinu ljudi prije asocira na Lenjina nego na Einsteina, da se s Popperovim stavovima naš čovjek upoznaje iz njegovog djela od prije pedeset godina, da do sada nije prevedena *nijedna Carnapova ili Quineova knjiga, dok je u isto vrijeme opus* nekih drugih filozofa (npr. Blocha, Froma, Sartrea ili Lukacsa) predstavljen tisućama stranica.

Imajući sve to u vidu, ovaj zbornik ne treba gledati kao pokušaj da se pruži sistematski pregled osnovne problematike suvremene filozofije znanosti, već prije kao nastojanje da se kroz prikaz nekih ključnih pitanja i spornih točaka probudi

interes za ove teme koje su do sada na neobičan način bile zapostavljene u našoj filozofiji Nolitova Filozofska biblioteka je, čini se, pravo mjesto za takvu publikaciju jer je Nolit konstantno pratio tokove suvremene filozofije nauke. Treba samo pomisliti kako bi ovo područje tek bilo reprezentirano da su izostali Nolitovi prijevodi Nagela, Poppera, Kuhna, Russella, Deweya, Koyréa, Bohma, Whiteheada, Heisenberga i Reichenbacha.